

VERHOILUN TYÖKETJUN ANALYSOINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Puutekniikan koulutusohjelma
Puutekniikka
Opinnäytetyö
Valmistumisaika syksy 2009
Tomi Porkka

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikanlaitos
Puutekniikan koulutusohjelma

PORKKA, TOMI:

Verhoilun työketjujen analysointi

Puutekniikan opinnäytetyö

58 sivua

Syksy 2009

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee Martela Oy:n Nummelan kalustetehtaan verhoomon tuotannon parantamista. Verhoomossa verhoillaan erilaisia työtuoleja sekä oppilastuoleja. Työn tarkoituksena oli kerätä tietoa verhoiltavien tuotteiden läpäisyajoista sekä työnkierroista ja analysoida niitä. Lisäksi selvittävänä olivat tuotteiden massavirrät, keskeneräinen tuotanto sekä välivarastot ja mallintaa massavirrät tehtaan nykyiseen layoutiin.

Työn teoria osuudessa selvitetään tuotannon ohjauksen perusteita ja tapoja joilla tuotantoa voidaan tehostaa. Käsiteltävinä aiheina ovat läpäisyajat ja niiden tutkimus sekä parantaminen. Teoriaosuudessa käsitellään myös tuotannon layoutia ja sen suunnittelua.

Varsinaisessa työntutkimusosuudessa kerrotaan tutkimuksen teosta verhoomossa sekä saaduista tuloksista ja analysoidaan niitä. Viimeisessä kappaleessa pohditaan parannusehdotuksia verhoomon tuotannon tehostamiseksi sekä kerrotaan syntyneet johtopäätökset tutkimuksen pohjalta.

Työn tulosten pääkohtina saatiin selville, että noin puolet verhoiltavista tuotteista alittaa yrityksen salliman kolmen päivän läpäisyajan. Päädyttiin myös johtopäätökseen, että vaikka työnkierrot toimivat hyvin työtehtävien välillä eikä välivarastoja juuri pääse syntymään, niin layoutin muutos sinänsä pelkän verhoomon osalta ei ole toimiva ratkaisu jos pyritään tehokkaaseen läpäisy aikaan.

Avainsanat: verhoomo, layout, toiminnan ohjaus, läpäisy aika

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

PORKKA, TOMI:

Production chains in furniture upholstery

Bachelor's Thesis in wood technology 58 pages

Autumn 2009

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with how to improve the upholstery process in Martela Ltd Nummela furniture factory. In the upholstery section they upholster different kinds of office chairs and student chairs. In this thesis the main goal was to collect information of pass through time of upholstered products and their workflow and to analyze them. Additionally, there was a need to study the mass flows of products, unfinished work and intermediate storages and to model them in the current layout.

The theory part examines the basics of process improvement and ways to make production more efficient. The topics are investigating pass through times and ways to improve them. The theory part also deals with the process layout and how to plan it.

The actual research part of the thesis describes how the research was done in the upholstery section and what the results were. There is also an analysis of the results. The last chapter contains improvement suggestions for how to make the process more efficient and also what conclusions were made based on this research.

The result of the study was that approximately half of the upholstered products are within the three-day time limit, which is set by the company. The conclusion was that even though workflows are working well between different jobs and there are not really intermediate storages, just changing the layout in the upholstery department is not a working solution if the main goal is efficient pass through time.

Key words: upholstery, layout, process management, pass through time

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYKSEN TOIMINNAN OHJAUS	3
2.1	Toiminnan ohjaus yleisesti	3
2.1.1	Massaräätälöinti ja asiakasohjautuva kokoonpano	4
2.1.2	Tuotantoprosessin tuotantomuodot	5
2.1.3	Funktionaalinen tuotantoprosessi	5
2.1.4	Soluvalmistus	5
2.1.5	Tuotantolinja layout	6
2.1.6	Tuotannon jaksotus	6
2.1.7	Tuotannon parantaminen	7
2.1.8	Henkilöstö	7
2.1.9	Toimintaketjun kokonaisaika	8
2.1.10	Toiminnan ohjaus	8
2.1.11	Työntutkimuksen teoriaa	10
2.2	Tuotannon suunnittelu	12
2.2.1	Layoutsuunnittelu	15
2.3	Martela yrityksenä	19
2.3.1	Tehtaan toiminta	20
2.3.2	Tuotannon kulku tehtaassa	21
2.3.3.	Valmistuksen kulku	23
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TULOKSET	28
3.1	Tutkimuksen lähtökohdat	28
3.2	Tutkimuksen toteutus	29
3.3	Tulokset	34
4	LAYOUT-TUTKIMUS	37
5	KESKENERÄINEN TUOTANTO	39
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET	40
7	PARANNUSEHDOTUKSIA	45
7.1	Layoutin parannusehdotus 1.	49

7.2	Layoutin parannusehdotus 2.	51
7.3	Layoutin parannusehdotus 3.	53
7.4	Layoutin parannusehdotus 4.	55
8	YHTEENVETO	57
	LÄHTEET	58

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tutkimus sai alkunsa siitä, kun Martela Oy:n kalustetehtaalla oli havaittu verhoomon muodostavan pullonkaulan ompelimon ja kokoonpanon välille. Tällä tarkoitetaan sitä, että verhoiltavat tuotteet eivät valmistu ajoissa kokoonpanoa varten. Tällä on olennainen merkitys tuotantoon, koska tuotteet tehdään tilausohjautuvasti sekä sen mukaan, milloin on toimituspäivä. Tehtaalla oli jo tiedossa, kuinka kauan kunkin tuotteen tekemiseen menee aikaa, joten selvittävääkseni tuli kokonaisläpäisy aika verhoomon osalta sekä tuotteiden massavirran kulku. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ne asiat jotka aiheuttavat pullonkaulan verhoomossa ja/tai selvittää ne asiat, joista pullonkaulailmiö ei saa alkuaan, tarkoitus oli siis tarkentaa mahdollisia jatkotutkimuksen kohteita.

Työ alkoi tammikuussa 2009 tutustumalla verhoomon toimintaan sekä kalustetehtaaseen yleisesti sekä sitten aloittamalla massavirtojen kartoitus. Työtä jatkettiin sen jälkeen ottamalla aikaa siitä, kuinka pitkään tuotteilla kestää kulkea verhoomon läpi alkaen siitä pisteestä, kun ne lähtevät keräilyjonosta ja päättyen siihen, kun tuotteet jäävät odottamaan kokoonpanoa. Parannusehdotuksia tehtiin layoutiin sekä yleiseen toimintaan verhoomossa. Läpäisyajoja analysoitiin aikaisemmin mitattujen työaikojen pohjalta.

Teoriaosuudessa käsitellään tuotannonohjauksen periaatteita sekä tuotannonparannustoimia. Teorian aineistona on käytetty niin kirjallisuutta kuin muutamaa yrityksen toimihenkilön haastattelua.

Martela on jo yli 60 -vuotias perheyritys. Yritys valmistaa konttori- ja koululaiskalusteita. Martela-konsernin liikevaihto vuonna 2007 oli 128,4 miljoonaa. Martela on erittäin kilpailukykyinen yritys, ja se onkin alallaan suurin kalustetoimittaja Suomessa. Nummelan kalustetehtaalla käytettävä tilausohjautuva tuotantotyyppi on valittu syystä, että tuotevariaatioita on monia, joista asiakas tilatessaan valitsee haluamansa. Tällöin ei tarvitse tehdä suurta määrää erilaisia kalustevaliaatioita

varastoon. Tilausohjautuvassa tuotannossa on erittäin tärkeää, että tuotteet valmistuu ennalta sovitussa aikataulussa. Tähän valmistumisaikatauluun vaikuttaa pidentävästi kalustetehtaan verhoomon pullonkaula-asema.

2 YRITYKSEN TOIMINNAN OHJAUS

2.1 Toiminnan ohjaus yleisesti

Tuotannonohjauksesta käytetään nykyisin käsitettä toiminnan ohjaus. Tällä tarkoitetaan yrityksen kaikkien erilaisten toimintojen ja tehtävien jokapäiväistä ohjausta ja koordinointia. Käsitettä toiminnan ohjaus käytetään siksi, että yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi myös sellaisten toimintojen hallintaa ja ohjausta kuten myynti, tuotesuunnittelu ja hankinnat. Sen sijaan tuotteiden valmistuksen suunnittelusta ja ohjauksesta käytetään käsitettä valmistuksen ohjaus. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri, Miettinen 2003, 342.)

Toiminnan ohjaus on ohjaustoiminto niille resursseille, jotka ovat kohdennettu tuotantoon ja tuotteiden ja palveluiden toimitukseen. Tuotantotoiminta on se osa organisaatiota joka on vastuussa tästä toiminnasta. Jokaisella yrityksellä on tuotantotoimintaa, koska jokainen yritys tuottaa jonkinlaisia tuotteita ja/tai palveluita. (Slack, Chambers, Johnston 2007, 4.)

Toiminnanohjaus voi “tehdä tai murskata” minkä tahansa liiketoiminnan, koska tuotantotoiminta on laaja ja edustaa useimmille liiketoiminnoille valtaosaa varannoista sekä suurinta osaa ihmisistä, ja koska se tekee liiketoiminnan kilpailukykyiseksi tarjoamalla valmiuden vastata asiakkaiden tarpeisiin kehittämällä niitä valmiuksia, jotka pitävät sen tulevaisuudessa kilpailijoidensa edellä. (Slack, ym. 2007, 35.)

Toiminnan ohjauksen isoimmat ongelmat liittyvät yleensä tuotantoprosessin hallintaan ja sen kehittämiseen. Tuotantoprosessia voidaan pitää valmistavan yrityksen tärkeimpänä toimintona. Pitkälle viedyllä tehtäväjaolla sekä erikoistumisella ja tehokkailla valmistusmenetelmillä pyritään korkeaan tuottavuuteen teollisuudessa. Nykyisin tuotannon määritelmä käsittää kaikki yrityksen toimintoja, joita tarvitaan tuotteen ja/tai palvelun aikaansaamiseksi. Tämän seurauksena yrityksen toiminnan

muodostaman kokonaisuuden käsittäminen helpottuu. Eri toimintojen välisten riippuvaisuuksien ja vuorovaikuttavien asioiden hallinta on edellytys tuotannon ohjaamiselle ja tuotantojärjestelmien kehittämiseksi. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 301-302.)

2.1.1 Massaräätälöinti ja asiakasohjautuva kokoonpano

Massaräätälöinnillä tähdätään tuotannon nopeuteen, edullisuuteen sekä tuotteiden erilaisiin variaatioihin ja lisäksi hyödyntämään massatuotannon etuja. Tästä seuraa se, että samaa tuotetta valmistetaan sekä räätälöidysti että joustavasti isoissa erissä, jolloin on mahdollista toteuttaa asiakkaan yksilöllisiä tarpeita. Massaräätälöinnin toiminnanohjauksessa sovelletaan imuohjausta, jolloin tuotteet ikään kuin imetään tuotannon läpi, ja niitä hyödynnetään tietojärjestelmiä toiminnassa. Massaräätälöinnin perustana on asiakastarve sekä myös se, että tuote on suunniteltu massaräätälöintiä ajatellen. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen rakenteen tulee olla modulaarinen ja näistä erilaisista tuotemoduuleista muodostuu lopullinen asiakkaalle menevä tuote. Näiden moduulien valmistus voidaan sarjoittaa, ja niiden valmistusmenetelmiä voidaan kehittää ja rationalisoida. Tuotteen esivalmistelussa räätälöintitarve pyritään rajaamaan tiettyihin esivalmistettuihin komponentteihin, jolloin tuote soveltuisi eri asiakkaille samanlaisena massatuotteena. Koska virheiden korjaamiseen ei ole aikaa, tulee laaduntuottokyvyn olla virheetöntä. Asiakasohjautuvassa kokoonpanossa valmistussarjat muodostuvat tilauskannan sekä myyntiennusteiden perusteella. Tästä seuraa pääoman sitoutuminen tuotemoduulien varastoon. (Perkiömäki 2007.)

Liikevaihtoa voidaan nostaa paremmalla myynnillä ja markkinahintojen muutoksella. Samaan aikaan kuluja voidaan vähentää paremmalla tehokkuudella, tuottavuudella ja pääoman käytöllä. Tuotantotoiminnan avaintehtävä täytyy olla laadukkaiden tuotteiden ja palveluiden tuottamisen varmistaminen sisäisille ja ulkoisille asiakkaille. Tämä ei ole välttämättä yksiselitteistä. Ei ole esimerkiksi olemassa selvää määritelmää sille mitä ”laatu” merkitsee. (Slack, ym. 2007, 538.)

2.1.2 Tuotantoprosessin tuotantomuodot

Tuotantomuodot määrittelevät tuotannon peruslähtökohdat. Nämä tuotantomuodot ovat perustana tuotantojärjestelmien suunnittelulle, tuotannon johtamiselle sekä ohjaamiselle. Ne myös vaikuttavat keskeisesti yrityksen toimintatapaan, kilpailutekijöihin sekä tuotantoprosessin kehittämiseen ja ohjaamiseen. Tuotteen valmistusmäärät, konstruktio, valmistustekniikka sekä jakelutie määräävät yrityksen tuotantomuodon, jolloin sitä ei voi valita vapaasti. Tuotantomuodot määritellään tuotteen, valmistusaloitteen ja tuotantoerän koon perusteella. Asiakasohjautuva tuotanto sisältyy valmistusaloitteisiin. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 303- 304.)

2.1.3 Funktionaalinen tuotantoprosessi

Funktionaalisessa tuotannossa samantyyppiset koneet on ryhmitelty tietyille alueille, ja kappaleet kulkevat työvaiheiden mukaisesti toiselta alueelta toiselle alueelle. Tämä tuotantomalli sopii käytettäväksi, silloin kun sarjakoko on pieni, tuotemuunnoksia on useita ja työjärjestykset vaihtelevat. Edellytyksenä funktionaalisen tuotannon toimivuudelle on hyvä suunnittelu sekä tehokas tuotannon suunnittelu ja -ohjaus. Vaarana funktionaalisessa tuotannossa puolestaan ovat alhainen kuormitusaste sekä pitkät läpimenoajat. (Markkanen 2007, 8- 9.)

2.1.4 Soluvalmistus

Soluvalmistuksessa on yhtenä yksikkönä ohjattava ryhmä, eli solu, joka on kehitetty ryhmäteknologian pohjalta. Tämä solu on tarkoitettu yhden tuoteperheen valmistukseen. Solussa on monesti enemmän koneita kuin työntekijöitä, ja lisäksi se toimii yhtenä kuormituspisteenä. Solussa osat tehdään valmiiksi suppealla alueella olevan yhden koneryhmän avulla sekä pitkälle automatisoiduilla menetelmillä. (Markkanen 2007, 8-9.)

2.1.5 Tuotantolinja layout

Näiden lisäksi on myös käytössä tuotantolinjalayout, jossa koneet ja laitteet on järjestetty valmistettavan tuotteen mukaiseen järjestykseen. Tuotantolinjassa valmistetaan vain yhtä tuotetta suurella automaatiomäärällä ja tehokkuudella. Tällainen tuotanto vaatii suuren volyymin ollakseen kannattava. Viimeisenä layoutmuotona on tuoteverstasmalli, jossa tehdas on jaettu itsenäisiin verstaasiin tuotteen mukaisesti. Hyvin usein tuotantomalli on kuitenkin yhdistelmä useammasta tuotantotavasta tai kompromissien tekemistä esimerkiksi ”puhtaasta” solutuotannosta valmistettavan tuotteen pohjalta. Myös tutkittavassa yrityksessä tällä hetkellä käytössä oleva tuotantomalli on sekoitus sekä solulayoutia että funktionaalista layoutia.

2.1.6 Tuotannon jaksotus

Tuotteet sekä palvelut jaksotetaan työn osalta siten, kuin ne on määrä toimittaa asiakkaille. Esimerkiksi tuotetta voidaan tehdä varastoon odottamaan tilausta tai valmistus lähtee liikkeelle, vasta kun asiakkaalta saadaan tilaus. Tämän tutkimuksen yrityksellä on käytössä asiakasohjautuva tuotanto. Yrityksessä tuotteen valmistus alkaa tilauksen saavuttua, ja työt priorisoidaan toimituspäivän mukaisesti.

Priorisointi toimituspäivän mukaan tarkoittaa sitä, että työ on jaksotettu sen mukaan, milloin se on määrä toimittaa riippumatta kunkin työtehtävän koosta tai kunkin asiakkaan tärkeydestä. Toimituspäivän mukaan jaksotettu tuotanto parantaa yleensä tuotannon toimitusvarmuutta sekä keskimääräistä toimitusnopeutta. Se ei välttämättä kuitenkaan tarjoa optimaalista tuottavuutta, siten kuin vielä tehokkaampi töiden vaiheistaminen saattaisi alentaa kokonaiskustannuksia. Kuitenkin se voi olla joustava, kun uusi kiireellinen työ saapuu työpisteelle. (Slack, ym. 2007, 300.)

2.1.7 Tuotannon parantaminen

Vaikka tuotanto on suunniteltua ja sen toiminnot suunniteltuja ja kontrolloituja, tuotantopäällikön tehtävät eivät lopu siihen. Kaikkia toimintoja, riippumatta siitä kuinka hyvin ne on ohjattu, voidaan parantaa. Tosiasiassa viime vuosina painopiste on siirtynyt merkittävästi suuntaan, jossa parantamisesta on tehty yksi tuotantopäällikön päävastuista. (Slack, ym. 2007, 580.)

Nopeus on erittäin tärkeässä asemassa, kun tuote valmistetaan asiakkaan tilauksen perusteella. Tällöin puhutaan asiakasohjautuvasta tuotannosta. Kokemuksesta on havaittu, että läpäisyajan lyhentäminen tehostaa prosesseja, parantaa toiminnan laatua ja pienentää kustannuksia. Tästä syystä yrityksissä pyritään lyhentämään tuotantoprosessin läpäisyaikaa. Käytännössä tuotannolle asetettavat aikavaatimukset esiintyvät kahtiajakoisesti, koska tavoitteiden toteutumista vaikeuttaa eri tavoitteiden ristiriitaisuus. Esimerkiksi joustavuuden kehittäminen voi johtaa laatutason heikkenemiseen. Toisena olennaisena ongelmana ovat toisistaan poikkeavat vaatimukset erilaisten tuotteiden ja tuoteryhmien välillä. Eri tuotteiden kilpailutekijät sekä tuotantoperiaatteet saattavat olla hyvin erilaiset. Kehitettäessä tuotantoa pyritään löytämään toimintamalleja, joilla voidaan toteuttaa eri tavoitteet mahdollisimman hyvin. Tuotannon keskeisenä tehtävänä on valmistaa ja toimittaa kustannustehokkaasti valikoimaan kuuluvia tuotteita sekä haluttuina aikoina/määrinä että laadultaan tarkoitukseen sopivina. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 307- 308.)

2.1.8 Henkilöstö

Pitkällä aikavälillä tulevat henkilöstön ominaisuudet merkittävään asemaan yrityksen toimivuuden kannalta. Yrityksen toiminnan tehokkuus ja sen kehittymismahdollisuudet tulevaisuudessa määräytyvät henkilöstön kykyjen sekä taitojen mukaan. Etenkin silloin jos työsuhteet ovat pitkäikäisiä, tulisi henkilökunnan valintaan kiinnittää erityistä huomiota. On tärkeää yrityksen kilpailukyvyn kannalta kehittää työntekijöiden osaamista sekä motivaatiota. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 315.)

2.1.9 Toimintaketjun kokonaisaika

Toimintaketjun vaatimaa kokonaisaikaa kuvaa läpäisy aika. Tuotteen valmistukseen kuluva aika kuvataan puolestaan valmistuksen läpäisyajalla. Läpäisy aika puolestaan ei kuvaa tuottavuutta eikä tuotteen vaatimaa valmistusaikaa, vaan läpäisyajasta suurin osa on odotusaikaa, jolloin työvaiheajat muodostavat vain murto-osan kokonaisläpäisyajoista. Lyhyillä läpäisyajoilla on useita hyviä vaikutuksia yrityksen toimintaan sekä kilpailukykyyn, ja toiminnan aikajänteiden lyhentämisestä on tullut keskeisimpiä tuotannon kehittämisen tavoitteista. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 345.)

2.1.10 Toiminnan ohjaus

Keskeisimpiä tavoitteita toiminnan ohjauksessa ovat kapasiteetin korkea kuormitusaste, toimintaan sitoutunut vaihto-omaisuuden minimointi sekä toimituskyky ja lyhyt läpäisy aika. Lyhyet läpäisyajat vähentävät keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, ja ne myös helpottavat kapasiteetin suunnittelua sekä kehittävät yrityksen toimituskykyä. Toiminnan ohjauksessa hyvin yleisiä ovat sellaiset tavoitteet, kuten kustannusten minimointi, hyvä laatu sekä joustavuus. Tehtävänä on pyrkiä edellä mainittuihin tavoitteisiin organisoimalla yrityksen resurssien käyttöä tarkoituksenmukaisella tavalla sekä ohjaamalla niitä. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 346.)

Hyvän toimituskyvyn edellytyksenä ovat tuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointi. Myös valmius joustavaan tuotantoon pienten tuotantoerien kohdalla on tärkeää. Toimituskykyyn liitetään usein vaatimus tilattujen tuotteiden joustavasta valmistuksesta sekä asiakkaiden toivomusten huomioonotosta. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 347.)

Läpäisyajan lyhentäminen vaikuttaa asiakasohjautuvassa tuotannossa suoraan toimitusaikaan. Läpäisyajojen lyhentämisen on myös havaittu olevan erittäin tehokas keino ristiriitaisten tavoitteiden toteuttamisessa. Läpäisyajojen lyhentyessä vähentyy keskeneräiseen tuotantoon sitoutuneen pääoman määrä. Myös varasto-

ohjautuvassa tuotannossa läpäisyajojen lyhentämisellä on huomattavia etuja, kuten pienemmät varastot, jotka pystytään täyttämään nopeasti. Eri työpisteiden työjonojen lyhentäminen sekä välivarastojen vähentäminen ovat edellytyksiä läpäisyajojen lyhentämiselle. Lisäksi yksi keskeisimmistä keinoista on eräkokojen pienentäminen. Yhdessä nämä edellä mainitut läpäisyajojen lyhentämiseen suunnatut toimet helpottavat kapasiteetin käytön suunnittelua, mikä puolestaan auttaa hienosuunnittelussa eri tavoitteiden toteutumista. Toisaalta kun eräkokoa pienennetään, siitä yleensä seuraa asetteidonteon lisääntyminen, joka puolestaan lisää kustannuksia. Kohonneet kustannukset johtuvat asetteidonteon tehokkaan työajan viemisestä sekä niiden kuormitusta pienentävästä vaikutuksesta. Kuormitusasteen kehittäminen puolestaan vaatii asetusaikojen lyhentämistä. Jos tässä onnistutaan, toiminnan ohjauksen tavoitteet voidaan saavuttaa yhtäaikaaisesti. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 348.)

Toiminnan laatu kehittyy merkittävästi läpäisyajojen lyhentyessä. Läpäisyaikaa lyhentämällä voidaan saavuttaa yhtäaikaisesti hyvä toimituskyky sekä pieni sitoutunut pääoma että korkea käyttösuhte. Nämä edellä mainitut saavutukset asetetaan toiminnan ohjauksen tavoitteiksi. Virheiden havainnointiin sekä niiden analysoinnin helpottamiseksi tulisi materiaalivirran olla selkeä ja työvaiheiden fyysisesti lähellä toisiaan. Tällöin työntekijän on helppo tarttua ongelmaa. Silloin työntekijät pystyvät myös kehittämään omaehtoisesti toimintaansa. Läpäisyajan lyhentyessä tuotantoprosessin tuottavuus kehittyy ja välilliset kustannukset laskevat. Välilliset kustannukset laskevat toiminnan ohjaamisen sekä materiaalin käsittelyn vaatiessa vähemmän työtä. Suunnittelun sekä ohjauksen tarvetta vähentävät sekä kompakti layout että materiaalivirran selkeys. Toiminnan organisointi on tällöin tehokkaampaa sekä selkeämpää, ja työntekijät pystyvät paremmin keskittymään valmistustehtäviin. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 350.)

Huomattava vaikutus läpäisy aikaan on valmistuserän koolla. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä suurempi erä tuotantoprosessissa on, sitä pidemmäksi läpäisyajat tulevat. Suurentamalla valmistusvaiheiden välisiä työjonoja pyritään tasoittamaan eri kuormitusryhmien epätasaisia kuormituksia. Toisaalta työjonojen pidentyminen lisää tuotannon läpäisy aikaa. Mitä lyhyemmät aseteajat ovat, sitä pienemmät val-

mistuserät ovat kannattavia. Työpisteiden sijoittelulla valmistusvaiheiden mukaiseen järjestykseen ja materiaalivirtojen selkeyttämisellä voidaan lyhentää läpäisy-aikaa. Tällöin jäävät pois sekä läpäisy-aikaa hidastavat kuljetukset että työnohjauksen ja suunnittelun vaatima aika. Myös työpisteiden välillä olevien välivarastojen poisto lyhentää läpäisy-aikaa. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 350- 351.)

Tuotannon parantamiseen/tehostamiseen liittyy myös olennaisesti automaation lisääminen sekä konekannan parantaminen. Näillä toimilla voidaan parantaa olennaisesti läpäisy-aikaa ja työn mielekkyyttä. Automaation ja muiden uusien koneiden hankinta vaatii kattavat laskelmat investoinnin kannattavuudesta. Myös työn ergonomia/mielekkyys on osa tuotannon parantamista. Työntekijöitä ei voi kohdella kuin koneita, vaikka valitettavan usein näin pääsee käymään. Nykypäivänä kiinnitetään aina vain enemmän huomiota myös ympäristönäkökohtiin, jolloin pitää ottaa huomioon voimassaolevat määräykset sekä yrityksen ideologiaan liittyvät ympäristöasiat.

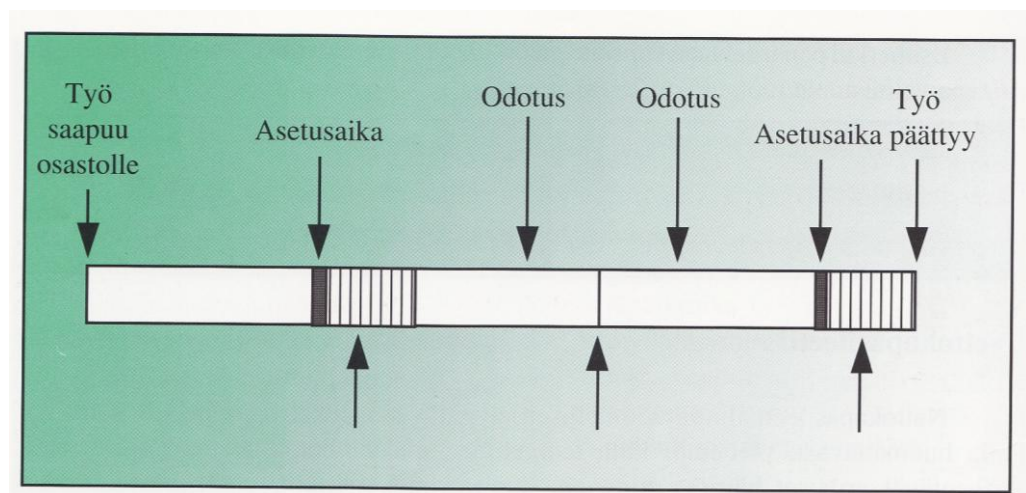
2.1.11 Työntutkimuksen teoriaa

Työntutkimus koostuu kaikista tutkimuksista jotka tähtäävät työn tuottavuuden kehittämiseen. Sen sisällöksi voidaan määritellä ihmisten, materiaalien ja järjestelmällinen tuotantotoiminnan tutkiminen, ja tavoitteena on löytää paras menettelytapa. Tällöin työntutkimusta voidaan soveltaa koko tuotantojärjestelmään laajalaisesti. Tavoitteina työntutkimuksessa ovat ajankäytön, työnkulun sekä yksittäisten työvaiheiden tehostaminen että työliikkeiden kehittäminen.

(Uusi-Rauva, ym. 2003, 421- 422.)

Tehokas työaika ja erilaiset aikahäviöt ovat alueet, joihin ajankäyttötutkimuksella mitatut työajat jaetaan. Menetelmäteknikkaa käyttäen on tarkoitus kehittää tutkimuksessa analysoituja työmenetelmien epäkohtia. Ajankäyttötutkimuksen tavoitteina on etsiä tutkimuksen perusteella keinoja pienentää aikahäviöitä, jotka ilmenevät työvoiman ja koneiden käytössä ja/tai työkappaleiden kulussa. Lisäksi tavoitteena on myös apuaikalisän arviointi työnmittausta varten. Apuaikaan sisälty-

vät kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat itse työn suorittamisen kannalta välttämättömiä, mutta eivät kuitenkaan sisälly tekemisaikaan. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi koneen puhdistus sekä huolto. Tällöin voidaan puhua työolosuhteiden ylläpitämiseksi tehdyistä sekä toistuvista työtaphtumista. Elpymisajat, jotka sisältyvät apuaikoihin ovat työn rasittavuudesta johtuvia lepoaikoja. Päivävakio puolestaan sisältää toistuvia työtaphtumia, jotka eivät riipu tehtävästä työstä. Työntekijän henkilökohtaisia tarpeita varten on varattu henkilökohtainen apuaika. Tutkimuksen kesto aika on pidempi, ja mittaukset ovat suurempia kokonaisuuksia, kun tehdään jatkuvaa ajankäyttötutkimusta. Edellä mainittua tutkimusta käytetään, kun työtehtävät eivät toistu ja kun työjärjestys ei ole vakiintunut. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 421- 422.)



KUVIO 1. Tuotteen läpäisyajan rakenne (Uusi-Rauva, ym. 2003, 346).

Yllä oleva kuvio 1 kuvaa sitä, kuinka tuotteen valmistuksesta vain pieni osa on tuottavaa aikaa (alimmaiset kolme nuolta), jolloin tuotteelle tehdään jotain jaloistavaa työtä.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin läpäisyaikaa ns. kalenteriaikavälillä, jolloin aika mitattiin koko siltä väliltä, mikä tuotteella kesti kulkea verhoon läpi. Tällöin aika sisältää sekä työajan että seisona-ajan. Päteväksi aikatutkimuksen tekijäksi tuleminen vaatii siihen suunnatun koulutuksen sekä työkokemuksen. Tämä sen vuoksi että tutkimuksen tekijä pystyisi ottamaan huomioon kaiken olennaisen tutkimuksen kannalta sekä olemaan objektiivinen ja arvioimaan työntekijöiden joutuisuutta. Jokainen työntekijä tekee erilaisella nopeudella samaa työtä, ja sama työntekijäkin voi tehdä eri vauhdilla samaa työtä esimerkiksi mielialasta johtuen. Tämän takia jokaiselle työntekijälle arvioidaan tutkimusta tehdessä joutuisuuskerroin työtahdin mukaan, eikä se saisi poiketa todellisesta ajasta 5 % enempää. Joutuisuuskerrointa käytetään, kun lasketaan standardiaikaa, joka kuluu työhön.

2.2 Tuotannon suunnittelu

Tuotannon suunnittelu jaetaan yleensä kolmeen osa-alueeseen, joissa edetään laajemmasta kokonaisuudesta aina tarkempaan suunnitteluvaiheeseen ja lyhyempään aikaväliin suunnitelmien välillä.

Tuotannon kehittäminen ja tehostaminen alkaa kokonaissuunnittelulla. Sillä tarkoitetaan sellaista ylimmän tason suunnittelua, jossa tehdään taloutta sekä tuotannon kokonaisvolyymiä koskevia suunnitelmia. Päätehtävänä kokonaissuunnittelulla on toiminnan volyymin määrittely, varastojen suunnittelu sekä erilaisten resurssien ja kapasiteettien kokonaistarpeen määrittely. Yleisesti kokonaissuunnitelma laaditaan n. 1-3 kertaa vuodessa riippuen yrityksen toiminnasta. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 355.)

Seuraava aste kokonaissuunnitelmasta on tarkempi karkeasuunnitelma. Sillä puolestaan määritetään tuotannon vaatimat resurssit sekä tehdään resurssien käytöstä yleissuunnitelma. Keskeisenä tehtävänä on myös yrityksen toimintakyvyn hallinta. Karkeasuunnitelma tehdään huomattavasti tiheämmin kuin kokonaissuunnitelma, noin kuukauden-viikon aikavälillä. Viimeisenä vaiheena on hienosuunnitelma, jossa suunnitellaan valmistuksen yksityiskohdat. Tämän suunnittelun lähtökohtana

on karkeasuunnittelussa tehty tuotantoerien karkea ajoitus. Tästä saadaan tulokseksi tarkka tuotantosuunnitelma, jonka perusteella tuotteet valmistetaan. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 359- 360.)

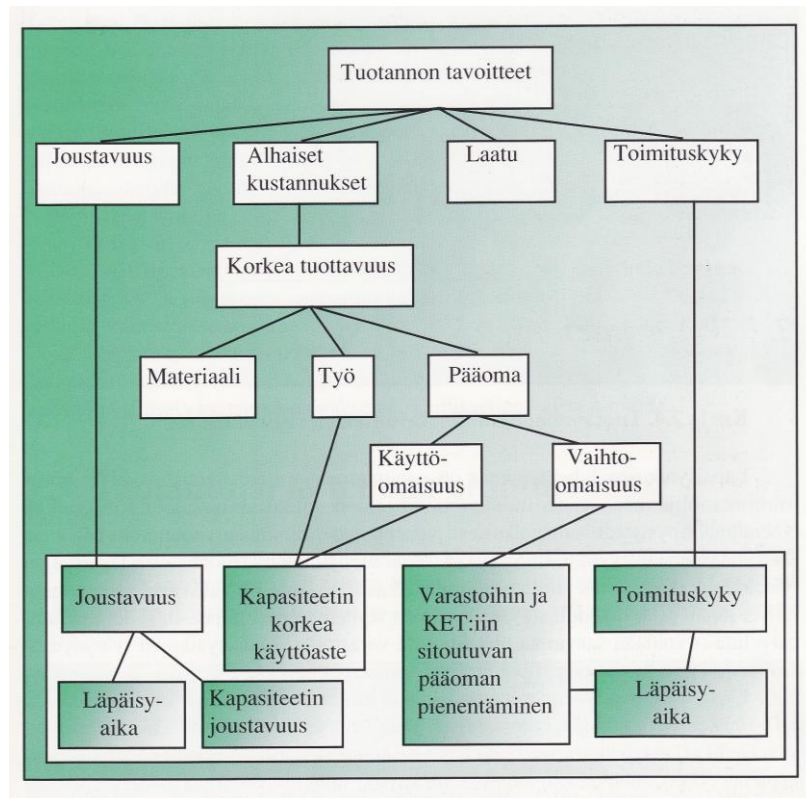
Usein nykypäivänä yrityksessä käytetään jotain tuotannonohjaus- ja/tai laadunparantamistoimintamallia, kuten JIT (just in time), Lean management, Kaizen (jatkuvan parantamisen toimintamalli) tai Six sigma. Näissä toimintamalleissa on määritelty suunnittelun kulku sekä muita suunnittelun toimintatapoja. Jatkuvan parantamisen toimintamalli on yleisimpiä toimintamalleja, mitä yrityksessä on käytössä. Useimmiten sitä on muokattu tai se on kehittynyt yrityksen toiminnan mukana, eikä sitä juurikaan kutsuta millään erityisellä nimellä.

Jatkuvan parantamisen toimintamallilla yrityksen toimintaa kehitetään jatkuvasti, jolloin koko henkilökunta osallistuu tähän toimintaan. Jokainen toiminta ja tehtävä yrityksessä pyritään kehittämään täydellisyyteen. Jatkuvan parantamisen olennaisia osia ovat henkilöstön pyrkimys kehittää omia tehtäviään ja toimintojaan sekä edistää henkilökunnan osallistumista. Tästä toimintamallista käytetään usein myös nimitystä Kaizen, joka tulee japaninkielestä ja tarkoittaa kehitystä. Ydinasia jatkuvan parantamisen toimintamallissa on pienten kehitysaskelten kumuloituminen. Tällöin jatkuvilla pienillä kehitysaskelilla saadaan lopulta suuria tuloksia. Toisaalta radikaalit muutokset sekä toimintojen laajamittaiset kehityshankkeet eivät kuulu jatkuvan kehityksen toimintamalliin. On havaittu, että muutosten vakiinnuttaminen ja tehokas hyödyntäminen onnistuu parhaiten jatkuvan parantamisen avulla. Tämä toimintamalli kehittää henkilöstön osallistumista, jolloin asennoituminen muutoksiin on myönteisempää ja muutosvastarinta vähentyy. (Uusi-Rauva, ym.2003, 328- 329.)

Valmistuksen ohjauksen tehtäviä ovat työn suorittamisen yksityiskohtainen suunnittelu, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, valvonta ja raportointi. Näiden tehtävien sisältöön ja vaikeuteen vaikuttavat suuresti sekä tehtävien toistuvuus että layout. Vakiotuotteiden valmistuksessa tehtävät toistuvat samanlaisina, jolloin valmistus on helppoa. Tilaustuotteiden kohdalla asia on päinvastoin, ja etenkin ohjauksen näkökulmasta ne ovat vaikeita ohjata sekä vaativat paljon suunnittelua.

Erityisesti vakiotuotteiden valmistuksen kohdalla ohjaukselta edellytetään tarkkuutta kustannusten minimoimiseksi. Työnohjaus on selkeää sekä soluissa että tuotantolinjoissa. Työn aloituksen jälkeen osa etenee itsenäisesti koko solun tai linjan lävitse. Funktionaaliseen tuotantomalliin verrattuna ohjauspisteiden määrä on selkeästi vähäisempi. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 367- 368.)

Solu- tai linjakohtaiset työmääräimet ovat perustana työnohjaukselle. Nämä työmääräimet, joita valmistuksen ohjauksessa käytetään, määrittelevät suoritettavan työvaiheen tai valmistettavan tuotteen. Yleisimpiä käytössä olevia ovat työ- ja materiaalmääräimet sekä saattokortit. Työmääräimessä voi olla myös lisätietoja, esimerkiksi valmistettavan tuotteen tarkempia työohjeita. Materiaalimääräin nimensä mukaisesti kertoo työhön tarvittavat raaka-aineet sekä komponentit. Saattokortti puolestaan kertoo valmistettavan kappaleen työnkulun työpisteestä toiseen työpisteeseen. Yleisesti jos valmistusprosessi on selkeä, käytetään yrityksissä ainoastaan työmääräimiä, joihin on muista edellä mainituista korteista koottu kaikki oleellinen tieto. Näitä työmääräimiä käyttämällä yritys saa karkea- ja hienosuunnittelua varten tarpeellista tietoa muun muassa materiaali- ja kuormituskirjanpidosta sekä pystytään seuraamaan ajoituksen toteutumista. Myös toiminnan tuottavuutta, läpäisyaikoja sekä eri vaiheiden koodien käyttöä voidaan tarkkailla. Helppo tapa tälle raportointitietojen keräämiselle on viivakoodien käyttö. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 367- 368.)



KUVIO 2. Tuotannonohjauksen tavoitteiden muodostuminen (Uusi-Rauva, ym. 2003, 347).

2.2.1 Layoutsuunnittelu

Tila- ja layout-suunnittelussa prosessi sovitetaan fyysisiin puitteisiinsa. Tässä kyseisessä suunnitteluprosessissa määritellään yksittäisten koneiden ja linjojen sekä aputilojen tarvitsemat tilat, koneiden sijoittelu toisiinsa nähden, tuotteiden materiaalivirrat, tehdasrakennuksen muoto ja koko sekä laajennusmahdollisuudet tulevaisuudessa. Tila- ja layout-suunnittelu on iteratiivinen prosessi. Tällä tarkoitetaan sitä, kun layout-suunnitelmia on tehty valmiiksi noin kymmenkunta, ja kun lopullinen toteutettava lopputulos alkaa olla lähellä. Layoutpiirrokseen on hyvä piirtää tuotteiden kulku siten, mitä reittejä ne oikeastikin liikkuvat. Piirrokseen tulisi ottaa sekä muutama edustava tuote että muutama hankalammin valmistettava tuote. Mikäli tuotteet näyttävät kulkevan pääpiirteittäin samaan suuntaan, on suunnitelma pääsääntöisesti hyvä. Jos taas tuotteiden kulkusuunta vaihtelee, tulisi suunnitelmaa kehittää virtaavampaan suuntaan. (Markkanen 2007, 16- 17.)

Terminä layout on vakiintunut suomenkieleen ja sillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmän kaikkien fyysisten osien, esimerkiksi koneiden ja varastopaikkojen sekä kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Solulayout on itsenäinen ryhmä, joka on koottu erilaisista koneista sekä työpisteistä. Tämä solu on erikoistunut tiettyjen työvaiheiden tai tiettyjen osien valmistamiseen. Se pystyy myös olemaan joustava valmistuksessa niiden tuotteiden osalta, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Solussa materiaalivirta on hyvin selkeä, eikä siinä esiinny välivarastoja. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 409.)

Tuotantomäärissä sekä eräkoossa voi olla huomattaviakin vaihteluja eri tuotteiden välillä. Solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen, jolloin sen tuotannonohjaus on helppoa muihin layoutmalleihin verrattuna. Koska eri valmistusvaiheet tehdään samalla alueella peräkkäin, helpottuu laadunvalvonta tällöin selkeästi. Sen seurauksena virheiden löytyminen ja korjaaminen on näin ollen helpompaa. Solun koneiden ja laitteiden kuormitusaste on keskimäärin alhaisempi kuin tuotantolinjalla, ja kuormitusasteet voivat vaihdella huomattavasti. Funktionaaliseen layoutiin verrattaessa solulayout on herkempi kuormituksen vaihteluille sekä tuotevalikoiman suurille muutoksille. Perusteluina soluvalmistuksen käytölle on ollut työntekijöiden motivaation sekä tuottavuuden kasvu. Solussa työntekijät voivat vaikuttaa itse keskinäiseen työnjakoon sekä vastata tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itsenäisesti. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 410.)

Layouttyypin valinnassa pitää ensimmäiseksi lähteä liikkeelle tuotevalikoiman laajuuden sekä tuotettavien määrien pohjalta. Tuotantolinjalayoutia sovelletaan, kun on tarpeen valmistaa suuria määriä samantyyppisiä tuotteita. Funktionaalinen layout puolestaan on parempi valinta silloin, kun valmistettavien tuotetyyppien määrä on suuri, mutta tuotantomäärät pysyvät pieninä. Solulayoutia puolestaan käytetään silloin, kun valmistetaan erilaisia tuotteita toistuvasti, mutta kumminkin niin pienillä määrillä, ettei kannata muodostaa omaa tuotantolinjaa. Soluissa voidaan myös valmistaa joustavammin erityyppisiä tuotteita kuin tuotantolinjalla. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 411.)

Keskeisenä tavoitteena layoutsuunnittelussa on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Tällöin pyritään minimoimaan osastojen ja työpisteiden väliset materiaalin kuljetuskerrat sekä matkat. Edullisinta tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että työpisteet tulisi sijoittaa niin, että materiaalien siirtoetäisyydet paikasta toiseen olisivat mahdollisimman lyhyet. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 413.)

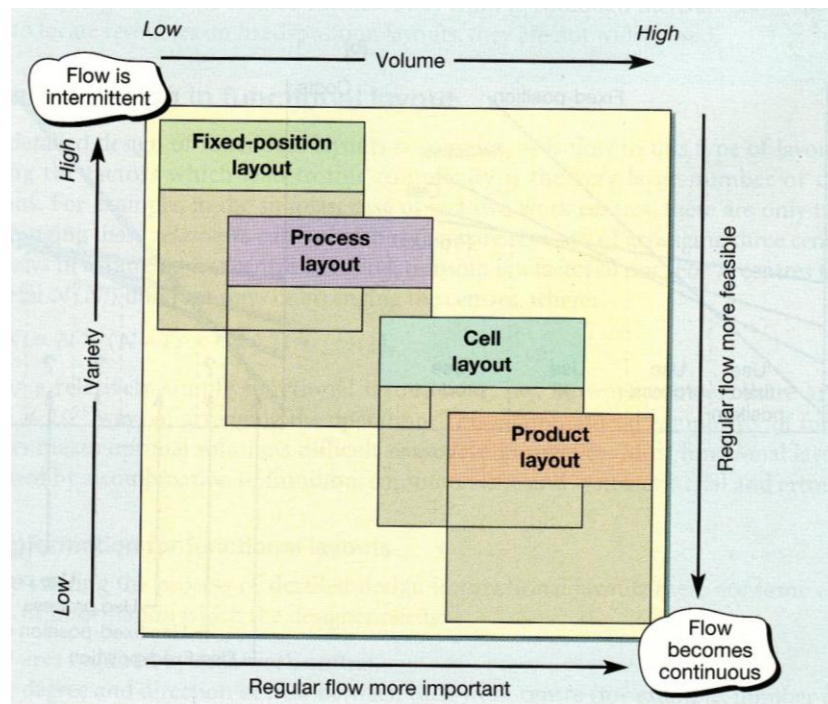
Yrityksen tuotantojärjestelmän suunnitteluun liittyy myös läheisesti työmenetelmien suunnittelu. Tarvittavien koneiden, laitteiden sekä työpisteiden osalta määrittelyn tekevät käytettävät valmistusmenetelmät. Jopa kuukausittainen layoutin sekä tuotantojärjestelmän muuttaminen tuotteiden ja työvaiheiden vaihtuessa on mahdollista tänä päivänä. Menetelmäsuunnittelu jaetaan joko yksittäisen työvaiheen suunnitteluun tai useamman työvaiheen ja materiaalinkäsittelytehtävän muodostaman työnkulun suunnitteluun sen mukaan, kuinka laajasta tehtävästä on kyse. Edellä mainitun perusteella työmenetelmien suunnittelu voi koskea joko pelkästään yhtä työvaihetta tai sitten laajempaa valmistuskokonaisuutta. Työnkulun suunnittelu, työpaikan ja työtavan suunnittelu ja työryhmän työskentely ovat esimerkkejä siitä, mihin valmistuksen suunnittelutehtävistä työmenetelmien suunnittelu liittyy merkittävästi. Nykypäivänä kun solutuotanto on lisääntynyt yrityksissä, on myös ryhmätyön osuus kasvanut huomattavasti. Ongelmakohtia ryhmätyössä ovat erilaisten tehtävien sekä työvaiheiden tasapainoon saattaminen ja myös aikahäviöt. Näiden aikahäviöiden minimoimiseksi tulisi suunnitella huolella ryhmän työtehtävät, ohjausperiaatteet sekä tavoitteenasettelu ja palkkausperiaatteet. (Uusi-Rauva, ym. 2003, 420.)

Toiminnan tai prosessin layout tarkoittaa sitä, kuinka sen muuttuvat resurssit ovat sijoittuneet suhteessa toisiinsa ja kuinka sen erilaiset tehtävät ovat kohdennettu näihin muuttuviin resursseihin. Yhdessä nämä kaksi ratkaisua tulevat sanelemaan muuttuvien resurssien virtauskaavion sitä mukaa, kun ne etenevät tuotannon tai prosessin lävitse. Jos layout osoittautuu vääränlaiseksi, se voi johtaa ylipitkiin tai sekaviin virtauskaavioihin, asiakasjonoihin, pitkiin prosessiaikoihin, joustamattomiin toimintoihin, ennustamattomaan virtaukseen ja korkeisiin kustannuksiin. Myös olemassaolevan toiminnan uudelleen sijoittaminen voi aiheuttaa häiriötä,

joka johtaa asiakastytymättömyyteen tai tuotantoajan menetykseen. Koska layoutratkaisu voi olla vaikea ja kallis, tuotantopäälliköt ovat vastahakoisia tekemään sitä liian usein. Siitä johtuen layout täytyy perustaa saavutettavien kohteiden täydelle huomioon ottamiselle. Tämä on kuitenkin vain lähtökohta monivaiheiseen prosessiin, joka johtaa lopulliseen fyysiseen tuotannon layoutiin. (Slack, ym. 2007, 187- 188.)

Hyvässä layoutissa tulee huomioida virtauksen pituus. Tällöin materiaalien, informaation tai asiakkaiden virta pitäisi layoutissa kanavoida niin, että se olisi tarkoituksenmukaista tuotannon tavoitteiden kannalta. Monissa toiminnoissa tämä tarkoittaa muuttuvien resurssien kuljetusmatkan lyhentämistä. Jokaisessa layoutissa tulisi päästä toiminnassa asianmukaiseen tilankäyttöön (sisältäen sekä korkeuden että lattiatilan). Tämä tarkoittaa yleensä kuhunkin tarkoitukseen käytetyn tilan minimoimista. Layoutissa tulisi huomioida saavutettavuus, jolloin kaikkien koneiden, tehtaan tai välineiden tulisi olla myös saavutettavissa sellaisella asteella joka on tarpeen kunnollisen puhdistuksen ja kunnossapidon kannalta. Myös pitkäaikainen joustavuus tulisi huomioida, koska layouteja tarvitsee muuttaa aika-ajoin, kun tuotannon tarpeet muuttuvat. Hyvä layout laaditaan ottaen huomioon mahdolliset tuotannon tulevaisuuden tarpeet. (Slack, ym. 2007, 187- 188.)

Suuremmalla volyymillä ja pienemmällä vaihtelulla virtauksesta tulee tärkeä aihe, muutoin sillä ei ole mainittavampaa merkitystä (Slack, ym. 2007, 195).



KUVIO 3. Eri layouttyyppien käyttöä suhteessa tuotteen tai palvelun volyymiin, vaihtelevuuteen sekä massavirtaan (Slack, ym. 2007, 197).

2.3 Martela yrityksenä

Martela on yli 60-vuotias perheyritys, jonka osakkeet on listattu OMX:n Pohjoismaisessa Pörssissä Helsingissä. Yhtiöllä on tuotantoa Suomessa, Ruotsissa ja Puolassa. Päämarkkina-alueita ovat Itämeren alueen lisäksi Norja, Hollanti, Ukraina, Unkari ja Japani. Vuonna 2007 Martela-konsernin liikevaihto oli 128,4 miljoonaa euroa, ja sen palveluksessa työskenteli keskimäärin 663 henkilöä. Suomessa Martela on toimialansa suurin yritys ja Pohjoismaissa kolmen suurimman joukossa. Martela suunnittelee ja toteuttaa työtilojen ja julkisten tilojen sisustusratkaisuja. (Martela A 2009.)

Tarjolla on myös alan laajin valikoima sisustusratkaisujen ylläpitoa ja muutoksia tukevia palveluja. Suomessa Martelan kokonaispalvelu kattaa tarvittaessa koko toimitilan muutoksen inventoinnista ja suunnittelusta muuttoon ja ylläpitoon saakka. Nopea toimitus ja toimiva jakeluverkosto ovat olennainen osa Martelan

asiakaspalvelua. Tärkeänä osana on myös toimintapolitiikkaa ohjaava laatukriteeri ISO 9000. Yritykselle on myönnetty myös ympäristösertifikaatti ISO 14001. Tuotemallisto kattaa kalusteet toimistoihin, kohtaamistiloihin, kouluihin ja vanhushuollon tarpeisiin sekä muihin julkistiloihin. Malliston tuotteista voidaan muodostaa yhtenäinen ja toimiva kokonaisuus. (Martela A 2009.)

Yrityksen tärkeimmät kilpailijat koulukalusteissa ovat Isku, Printel ja Kinnarps. Työtuoleissa puolestaan on kilpailijoina seuraavia yrityksiä:

Adi toimistokalusteet, Ad-lex, Avarte, Avoline, Bergström & Lindblom, Easy-doing, EFG toimistokalusteet, Ergotekniikka, Håg Finland, Intrestuhl, Isku, Kaapinpaikka, Kimeika, Kinnarps, Masa mrk, Maxform, New Interior Finland, Normart, Puustelli, Scan-cast, Supergo, Taso-office, Tila, Toplux, Vidamic ergonomics. (Martela B 2009.)

2.3.1 Tehtaan toiminta

Kalustetehtaan tehtävänä on toimittaa asiakastilausten mukaiset tuotteet päiväohjatusti lähtöalueille, josta jakelupalvelu toimittaa tuotteet edelleen asiakkaille. Nummelan kalustetehdas on kokoonpanoon ja asiakasvariaatioiden tuottamiseen keskittynyt tehdas. Kalustetehtaalla ainut valmistava työ koskee tuolien kankaan ompelua sekä niiden verhoilua ja kokoonpanoa. Kaikki tuoleihin tarvittavat osat tulevat tehtaalle puolivalmisteina alihankkijoilta, lukuunottamatta verhoiltavaa kangasta. Tehdas koostuu seuraavista toiminnoista:

- *säilytinvalmistus*
- *pöytävalmistus*
- *seinäkevalmistus*
- *tuolivalmistus*
- *tavaran vastaanotto ja keräily*
- *kunnossapito*
- *ohjauskeskus*
- *materiaalitoimi*
- *laaduntarkastus*

Valmistusyksiköt jakautuvat edelleen tuote- ja tyyppikohtaisiin valmistuslinjoihin kulloisenkin tarpeen ja tuotteiston mukaan. Tehtaan kokoonpanoa ja asiakasvariaatiotoimintaa ohjataan tietovirran osalta ohjauskeskuksen toimesta, joka toimii myynnin ja tuotannon välisenä koordinaattorina tilaus-toimitusketjussa. (Martela B 2009.)

2.3.2 Tuotannon kulku tehtaassa

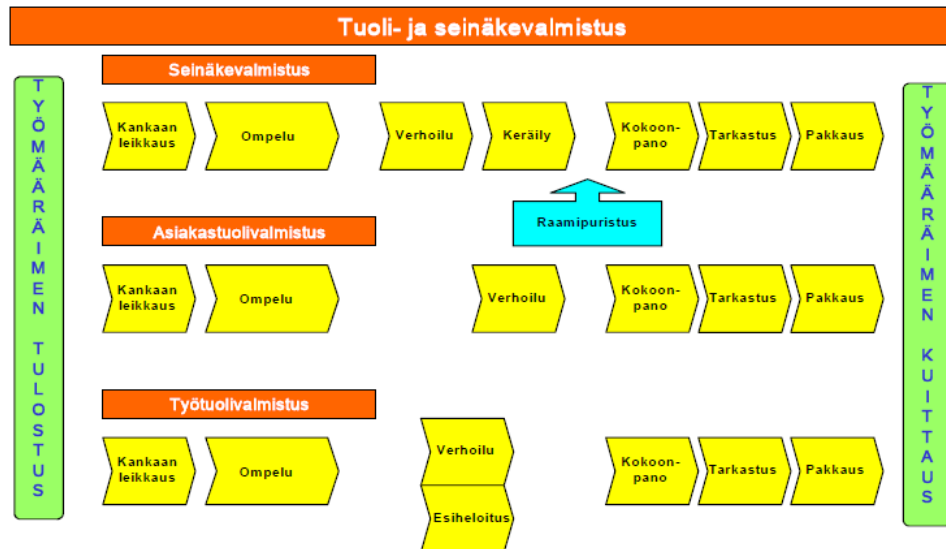
Nummelan kalustetehtaan ohjauskeskus vastaa tilauksen toimitusajankohdan määrittelystä voimassa olevien toimitusaikaluokkien mukaisesti, yhteistyössä valmistavien osastojen, jakelun ja alihankkijoiden kanssa.

Tarvittaessa ohjaus keskustelelee myyntitilauksen valmistamisesta osastojen ja alihankkijoiden kanssa ennen toimitusajan vahvistamista myynnille. Ohjauskeskuksen toiminta jakautuu kolmeen eri toimintoon:

- kotimaan vakio-ohjaus
- kotimaan projektiohjaus
- vientiohjaus

(Martela B 2009.)

Kalustetehtaan valmistus jakautuu tuotekohtaisiin valmistuslinjoihin, joiden operatiivisesta toiminnasta vastaa kunkin linjan työnjohtaja. Tehtaan valmistus on keskittynyt loppukokoonpanoon ja asiakasvariaatioiden hallintaan. Seuraavassa kaaviossa on esitetty valmistuksen rakenne ja kulku yleisellä tasolla. (Martela B 2009.)



KUVIO 4. Valmistuksen rakenne ja kulku (Martela B 2009).

Linjojen tilausvirtaa ohjataan ohjauskeskuksen toimesta kulloinkin voimassa olevan tuoteohjelman mukaan. Valmistamista linjoilla ohjataan työmääräimillä, ja tuotteet valmistetaan ohjausaikojen perusteella ns. tekojärjestys-periaatteella. Tuotteiden tulee olla valmiita ns. ohjauspisteen mukaisena aikana. Suoritetut työt tulee kuitata valmiiksi mahdollisimman nopeasti valmistuksen jälkeen tuotannon ohjausjärjestelmään, jotta seuraava työvaihe tai toiminto voidaan aloittaa. Kuittaus on merkinä siitä, että työ on valmistunut sovitusajan, laadun ja tarkastusten mukaisesti. (Martela B 2009.)

Tilaukset tulee valmistaa aina kokonaisuudessaan ohjausaikojen mukaan, mikäli ohjauskeskuksen kanssa ei ole muuta sovittu. Mikäli valmistuslinja ei kykene tekemään töitä ohjausaikojen puitteissa tulee linjan keskustella ohjauskeskuksen kanssa vaihtoehtoisista valmistustavoista tai toimitusaikasiirroista. Havaitut laatu- poikkeamat tulee aina huomioida, ja pitää katselmus ja ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin ohjeen mukaan. Viallista komponenttia tai lopputuotetta ei saa päästää valmistusketjussa eteenpäin. (Martela B 2009.)

Tuotannon menetelmäsuunnittelu jakautuu uusien tuotteiden yhteydessä tehtävään menetelmäsuunnitteluun ja tuotannossa olevien tuotteiden valmistusmenetelmien kehittämiseen sekä valmistusvaiheiden työaikojen ja –arvojen ylläpitoon. Menetelmäsuunnittelulla on jatkuva vastuu suorittaa itsenäisesti valmistustapojen kehittämistä yhdessä työnjohton ja työntekijöiden kanssa sekä laatia erilaisia kehitysehdotuksia toimenpiteitä varten. (Martela B 2009.)

2.3.3. Valmistuksen kulku

Valmistus alkaa siitä, kun ompelimossa leikataan kangasrullista tarvittavat osat työmääräimen mukaisesti, jonka jälkeen ne ommellaan muotoonsa. Tämän jälkeen ne laitetaan välivarastoon aikaohjauksen mukaisiin hyllyköihin. Joidenkin tuotteiden peruskankaita ommellaan myös varastoon, jolloin ne viedään niille varatuille paikoille varastohyllyyn. Näistä aikaohjaushyllyköistä kulloinkin keräysvuorossa oleva työntekijä kerää muotoonommellut kankaat sekä puolivalmisteiset rungon osat telinekärryihin, joissa ne odottavat valmistusta.

Seuraavat vaiheet riippuvat kyseessä olevasta tuolimallista. Vaihteita ovat liimaus, pussitus ja suoraan verhoilu. Liimauksen ja pussituksen jälkeen seuraa aina verhoilu. Liimauksessa käytetään vesiohenteista liimaa, joka kokemuseräisesti ruiskutetaan liimausta vaativiin kappaleisiin. Pussitus puolestaan tarkoittaa sitä, kun puolivalmiste kääritään ohueen muovikalvoon, josta sen jälkeen koneen avulla imetään ilma pois. Tällöin pehmuste painuu kasaan ja saadaan huppumaiseksi ommeltu verhoiltava kangas laitettua kappaleen ympärille. Tämän jälkeen imu lopetetaan ja ylimääräinen muovikalvo revitään pois. Verhoilun jälkeen työ kuitataan ja viedään kasauslinjojen luokse odottamaan kasausta, jossa verhoiltuihin istuimiin ja selkänojiin liitetään rungon osat, kuten käsinojat, jalat, istuinmekanismi jne. Kasauksen jälkeen tehdään vielä testaus ja lopputarkastus sekä pake-tointi, minkä jälkeen tuolit lähtevät lähettämöön.



KUVIO 5. Verhoilutyöpiste.



KUVIO 6. Pussituslaite.

Verhoilu tehdään hyvin pitkälti käsityönä, ja työvälineet ovat vain avustavia, kuten C-Gex-puristin. Kyseisellä puristimella tehdään joidenkin yksinkertaisten tuolien istuimia, jotka kone puristaa vasten kuumaa erittäin hienoa miltei jauhomaista lasimurskaa sisältävää tyynyä ja kiristää verhoiltavan kankaan reunaa kiertävät narut kireälle, jolloin voidaan hakaspistoolilla ampua kangas kiinni kappaleeseen tarvitsematta pidellä kappaletta samalla käsissään.



KUVIO 7. C-Gex-puristin, kokonaiskuva.



KUVIO 8. C-Gex-puristin, lähikuva.

Käytössä on myös joitain erilaisia yksinkertaisia puristinasetteita. Edellä mainittuja asetteita esitellään alla olevissa työpistekuvissa (Kuviot 9 ja 10.). Liima ruiskutetaan tavallisella käsiruiskulla, jonkalaisia käytetään moninaisissa maalaus-, lakkaus- sekä liimaustöissä ympäri maailmaa. Kankaat puolestaan kiinnitään käsikäyttöisellä paineilmahakaspistoolilla tuolien runkoihin.



KUVIO 9. Vastaava manuaalinen työpiste kuin C-Gex-puristin.



KUVIO 10. Logic-istuimen verhoilupiste.

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TULOKSET

3.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tutkimuksen lähtökohtana oli Martelan kalustetehtaan tuotannossa verhoomon muodostaman pullonkaulan analysointi. Tämä pullonkaula aiheuttaa liian pitkän tuotannon läpäisyajan. Verhoomosta valmistuu pääsääntöisesti noin 20 prosenttia hitaammin valmiita tuotteita kuin pitäisi valmistua. Tämä tarkoittaa sitä, että myöskään kokoonpanoa varten ei valmistu riittävän nopeasti verhoiltuja tuolin osia, vaikka ompelimossa on ommeltu verhoiltavat kankaat aikataulun mukaisesti. Menetelmäsuunnittelijan aikaisemmin kellottamien aikojen perusteella verhoomon tulisi kuitenkin ehtiä verhoilla tuoleja valmiiksi sovittujen aikojen puitteissa.

Toisena tarkoituksena tässä tutkimuksessa oli kartoittaa ja analysoida tuotteiden massavirtoja. Tehtaalla ei ole aikaisemmin kartoitettu tuotteiden massavirtoja nykyiseen layoutiin. Laitteita sekä työpisteitä on aikaisemmin siirrelty tehtaalla eri paikkoihin useaan otteeseen, jotta tuotteiden massavirta sekä sitä kautta läpäisy aika olisi saatu parannettua.

Tutkimuksen tarkoituksena oli siis saada selvitettyä syitä tähän aikaisemmin mainittuun pullonkaulaan ja/tai rajata jatkotutkimuksen aihealuetta. Tällä tarkoitetaan sitä, että tässä tutkimuksessa esitettyjen tuloksien ja pohdintojen pohjalta tehtyjen toimenpiteiden tulisi suoraan vähentää läpäisyajoja ja/tai kiinnittää huomiota siihen, mitä asioita kannattaisi ottaa jatkotutkimuksessa huomioon. Seuraavana tässä kappaleessa esitellään saadut tulokset sekä kerrotaan tutkimuksen teosta.

3.2 Tutkimuksen toteutus

Tässä osiossa perehdytään tutkimuksen toteutukseen sekä esitellään saadut tulokset. Yritykseen mennessäni sain vapaat kädet tutkimuksen toteuttamiseen yrityksen asettamalta vastuuhenkilöltä, joka oli yrityksen menetelmäsuunnittelija. Kyseinen vastuuhenkilö oli valittu siksi, että hänen toimenkuvaansa kuuluu yhtenä osa-alueena tässä tutkimuksessa käsiteltävä aihe. Menetelmäsuunnittelija halusi tällöin nähdä, millaisia tutkimustuloksia saan aikaiseksi itsenäisesti ilman erityistä opastusta tai koulutusta kyseiseen tehtävään. Lisäksi voidaan mainita, ettei koulussa ole aikatutkimusta käyty läpi kuin vain pintapuolisesti teoriaa palkkaus- ja rationalisointikurssissa. Tämä puolestaan asetti kohdallani omat haasteensa kyseiselle tutkimuksen osa-alueelle.

Aluksi tehdashalli kierrettiin läpi menetelmäsuunnittelijan opastamana. Hän kertoi samalla, mitä missäkin päin tapahtuu ja esitteli minut henkilökunnalle. Tämän jälkeen parin päivän ajan seurasin verhoomon tapahtumia sekä opettelin tunnistamaan verhoiltavia tuotteita. Lisäksi mietin tutkimuksen mahdollista toteuttamistapaa. Tutkimuksen tämän osa-alueen kohdalla päädyin sellaiseen tapaan, jossa verhoiltavilta tuotteilta mitataan aika siltä väliltä, kun ne lähtevät keräilyjonosta ja päätyvät odottamaan kokoonpanoa. Tällainen tutkimustapa on ajankäyttötutkimusta, jonka yhtenä osa-alueena on tässä tutkimuksessa käytetty kelloaikatutkimus. Tutkittava ajanjakso on niin sanottu kalenteriaika. Tämä tarkoittaa sitä, että tuloksina tulleista ajoista ei eritellä erikseen esimerkiksi taukoaikaa ja apuaikaa yms. Kalenteriaikatulokset esitellään sen mukaan, kuinka kauan tuotteet viipyvät verhoomon puolella kokonaisuudessaan. Aikoja kellotettiin usean päivän ajalta eri viikkoina sekä eri tuotteilta.

Tutkimuksen loppuvaiheessa selvisi, että väärinkäsityksen vuoksi ajat oli otettu liian myöhäisestä vaiheesta. Tämän takia niistä puuttui aikaväli alkaen siitä, kun kankaat tulevat ompelimosta verhoomon puolelle ja päättyen siihen, kun ne on kerätty rullakoihin ja lähtevät verhoiluun. Tämä asia korjattiin siten, että uudeksi aloitusajaksi otettiin yrityksen tietojärjestelmästä kunkin tutkimukseen kuuluvan tilauksen valmistumisaika ja -päivämäärä ompelimon osalta. Näin saatiin paremmin todellisuutta vastaavat läpäisyajat.

Saatuja tuloksia verrattiin sitten menetelmäsuunnittelijan aikaisemmin kartoittamiin työvaihe aikoihin eli standardiaikoihin taulukossa (Taulukko 1.) olevien tuotteiden osalta. Standardiajat on laskettu alla olevan kaavan mukaisesti ja ne ovat yksikköä senttiminuutti. Kyseiset ajat siis kertovat, kuinka kauan yhden tietyn tuotteen verhoilemiseen saisi laskennallisesti mennä aikaa.

Työvaiheajan laskennassa käytettyjä termejä lyhenteineen sekä kaavoja:

Valittu aika = tv, jossa tv = kelloitettujen aikojen matemaattinen keskiarvo.

Joutuisuus = kj, jossa kj = tekemisen vauhti.

Normalisoitu aika = tn = tv * kj

Senttiminuutti (cmin) = minuutin sadasosa esimerkiksi 30 sekuntia = 50 cmin ja 45 sekuntia = 75 cmin.

Apu aika % (apuaikakerroin) = aputöiden ja tekemisajan suhde.

Standardiaika = STD = tn * apuaikakerroin

Valmistettavista tuotteista on erilaisia variaatioita myös itse tuotenimen sisällä, ja ne on eroteltu toisistaan tuotekoodeilla. Standardiajoissa tietyt tuotekoodit tuotenimen sisällä ovat saaneet saman standardiajan, mikä johtuu kyseisen mallin variaation vähäisestä merkityksestä valmistusaikaan. Tämän vuoksi myös taulukossa on niputettu yhteen tietyn tuotteen variaatioita sen mukaisesti, kuin niiden standardiajat ovat yhteneväiset.

TAULUKKO 1. Kellotettujen tuloksien vertailu.

Tuote	Tuote koodi	Keskiarvo erä kpl	Keskiarvo kesto d	Keskiarvo kesto hh:min	Standardiaika (cmin)	Standardiaika/ Erä (min)
Form	281, 282	8,15	4	19:28:00	26,48	216
Form 2	284	5,82	0	22:27:27	22,90	133
James	115, 118	5,86	1	22:39:50	20,36	119
Axia 2	143, 144	3,59	1	20:49:09	20,35	73
Axia 3	146	2,00	0	19:53:17	33,57	67
Axia 4	148	2,00	0	22:30:22	47,38	95
Axia 1	141, 142	5,25	1	22:02:12	18,96	100
Savoy	246	4,55	3	21:46:48	24,69	112
Logic 400	136	5,20	1	20:37:30	13,11	68
Logic 300	132	10,00	1	00:58:25	13,11	131
Logic 400	138	8,00	0	19:58:00	13,51	108
Logic 2	164	10,00	0	22:59:25	14,92	149
Logic 3	166	5,00	6	22:25:00	16,44	82
Drop	279	5,00	1	21:33:20	11,25	56
Roy	363, 364	3,50	2	23:23:43	29,88	105
Roy	361, 362	3,75	0	22:41:43	23,78	89
Axia profit	128	5,33	0	23:50:45	13,24	71

Pan	331, 332	5,00	1	0:24:30	8,35	42
Teho	121	4,00	7	20:07:36	19,42	78
Soft-x	367	10,00	3	22:23:43	39,06	391
Soft-x	365	10,00	1	0:07:00	39,02	390
Versa	324, 323	6,29	1	22:04:56	18,55	117

Edellä olevassa taulukossa (Taulukko 1.) sekä seuraavalla sivulla olevassa taulukossa (Taulukko 2.) sarakkeet vasemmalta oikealla luettaessa merkitsevät sitä, että ensimmäisessä sarakkeessa on verhoiltavan tuolin nimi. Seuraavassa sarakkeessa on kyseisen tuolin vastaavat tuotevariaatiot numerokodein. Numerokoodit on niputettu samalla tavalla yhteen kuin yrityksen omassakin tietokannassa. Kolmannessa sarakkeessa on laskennallinen kappalekeskiarvo, jonka yksi tilauserä sisältää. Neljännessä sarakkeessa on laskennallinen keskiarvo siitä, kuinka monta päivää kyseisen tuotteen läpäisy aika on verhoonon osalta. Viidennessä sarakkeessa on puolestaan täysistä päivistä jäävän ajan laskettu keskiarvo. Kuudennessä sarakkeessa on yrityksen määrittämä standardiaika kyseiselle tuotteelle (tuotevariaatioille). Seitsemännessä sarakkeessa on vielä laskettu standardiaika per erä, josta sitten on voitu tehdä päätelmiä suhteessa toteutuneeseen aikaan.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.) yrityksen tietojärjestelmästä on otettu aikavälillä 01.01.2009 – 15.03.2009 yhteensä noin 5000:n eri tilauksen otos. Tästä otoksesta on laskettu, kuinka pitkään keskimääräisesti menee kunkin tuolimallin tilauksen valmistukseen. Taulukossa on myös kunkin tuolimallin standardiaika sekä keskimääräinen erä koko. Keskiarvoläpäisyajat on laskettu ottamalla ompelimon kuittausaika ja -päivämäärä, jolloin tilaus oli siirtynyt verhoonon puolelle. Lopetusajaksi otettiin verhoonon kuittausaika ja -päivämäärä. Lopuksi laskettiin näiden ompelimon ja verhoonon aikojen välinen ero ja verrattiin sitä standardiaikoihin.

TAULUKKO 2. Järjestelmästä saatujen aikojen vertailu.

Tuote	Tuote koodi	Keskiarvo kesto d	Keskiarvo kesto hh:min	Standardiaika (cmin)	Keskiarvo erä kpl	Standardiaika/Erä (min)
Form 1	281, 282	4	21:22:15	26,48	8,96	237
Form 2	283, 284	1	20:50:35	22,90	5,52	126
Versa	323	2	22:01:85	18,55	5,24	97
Roy	361, 362	1	21:08:28	23,78	4,00	95
Roy	363, 364	1	21:02:81	29,88	5,43	162
Teho	121	3	21:28:11	19,42	3,84	75
Savoy	241, 242	3	21:47:19	16,77	6,57	110
Savoy	243, 244	3	21:59:46	24,27	4,60	112
Savoy	245, 246	4	21:21:44	24,69	12,00	296
Picco	311ABC	5	21:31:02	3,02	6,84	21
Picco	311AC	5	22:09:56	3,02	7,58	23
Picco	312ABC	4	22:40:53	2,23	6,00	13
Picco	312AC	4	22:28:39	2,23	5,29	12
Drop	279	1	20:46:38	11,25	4,08	46
Logic 300	131, 132	1	21:07:54	13,11	1,83	24
Logic 300	133, 134	1	21:43:18	14,57	1,45	21
Logic 400	135, 136	1	21:08:43	13,11	2,31	30

Logic 400	137, 138	1	21:15:97	13,51	1,23	17
Logic 1	161, 162	2	22:14:08	15,56	1,22	19
Logic 2	163, 164	4	20:52:17	14,92	1,73	26
Logic 3	165, 166	3	20:54:20	16,44	2,02	33
Pan	331, 332	2	22:40:45	8,35	8,17	68
Soft-x	365	1	23:59:16	39,02	8,44	329
Soft-x	366	2	21:05:67	49,53	9,09	450
Soft-x	368	1	22:32:65	49,53	15,00	743
James	115	3	21:16:51	20,36	4,69	96
Axia profit	128	2	21:12:12	13,24	2,36	31
Axia 1	141, 142	2	20:48:29	18,96	1,90	36
Axia 2	143, 144	1	21:17:60	20,35	2,20	45
Axia 3	145, 146	1	20:47:54	33,57	1,57	53
Axia 4	148	1	20:49:05	47,38	1,32	62

3.3 Tulokset

Yllä olevassa taulukossa (Taulukko 2.) olevien tulosten perusteella, jossa laskettuja tuloksia verrataan yrityksen määrittelemiін standardiaikoihin, voidaan päätellä seuraavaa:

1. Noin puolet verhoiltavista tuoleista alittaa yrityksen asettaman aikarajan verhoonon puolella (kolme päivää).

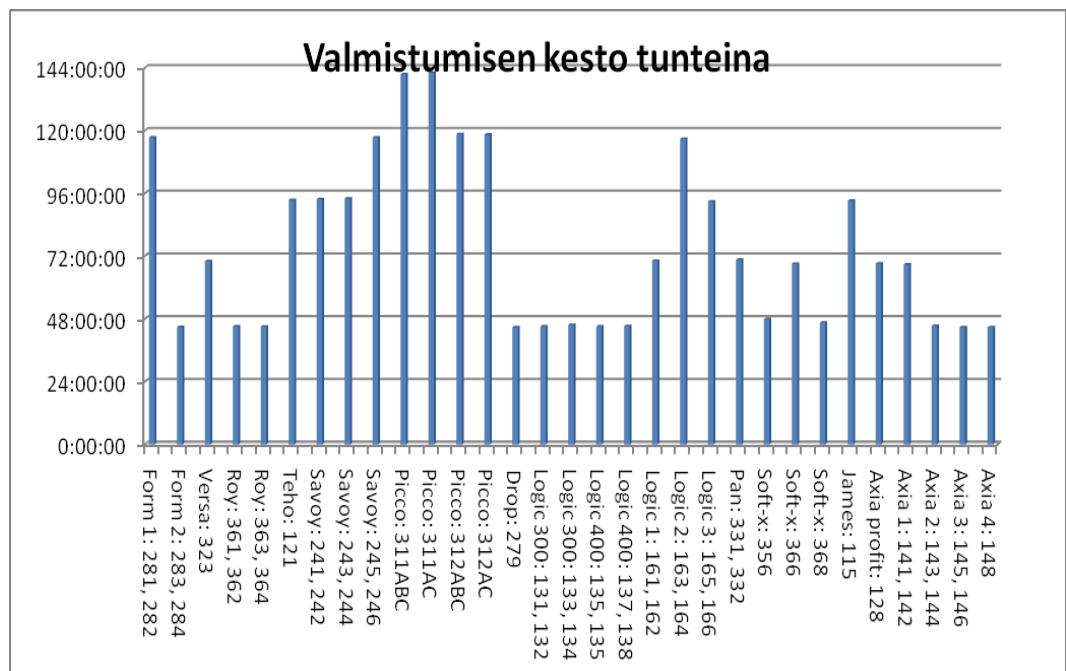
2. Seuraavien tuotteiden osalta aikaraja näyttää ylittyvän verhoomon puolella:
James, Logic 2, Logic 3, Picco, Savoy, Teho sekä Form 1.

Taulukon 2 analysointi osoittaa, että toiminnan ohjaus ja valmistuksen ohjaus eivät kohtaa verhoomossa.

Yrityksen läpikulkuaikaseuranta verhoomon tuotteiden osalta on myös puutteellinen. Seuranta ei anna riittävän selkokieleistä informaatiota. Lisäksi läpikulkuaikaseuranta vaikuttaisi antavan ainakin jonkinasteista virheinformaatiota.

Aikaisempi läpäisyajatutkimus on määrittelemättömästä syystä näyttänyt myös negatiivisia lukuja aloitusaikojen ja lopetusaikojen erotuksena. Lisäksi joissakin tapauksissa ei ole saatavavilla joko aloitusaikaa tai lopetusaikaa.

Edellä mainituista syistä tuloksia laskettaessa on jätetty pois ohjelmassa olevat virheelliset tai puutteelliset tuotteiden läpäisyajat.



KUVIO 11. Verhoiltavien tuotteiden valmistumisen kesto tunteina.

Edellisellä sivulla olevasta kaaviosta (Kuvio 11.) voidaan paremmin havaita tuotteet, jotka ylittävät sallitun kolmen päivän (72 tuntia) rajan. Tämä kyseinen kolmen päivän raja on varattu tuotteille verhoilun keston maksimijaksiksi. X-akselilla on tuotteiden nimet sekä vastaava tuotekoodi yrityksen standardiaikaryhmittelyn mukaan. Y-akselilla on puolestaan ilmoitettu tuotteen verhoonon puolella kulunut aika tunteina. Tiedot kuvaajaan on saatu taulukosta 2.

Taulukko 2 ei sellaisenaan selvitä, mikä aiheuttaa verhoomossa pullonkaulan. Vielä vähemmän sitä selvittää yrityksen käyttämä järjestelmä. Kyseistä taulukkoa voidaan käyttää kartoittamaan tarkemmin ongelmakohtia, koska saatiin selville, että tietyt tuotteet ylittävät sallitun aikarajan.

Tutkimuksen aikana kartoitettiin myös työnkierrot havainnoimalla, miten verhoomossa toimittiin. Tutkimuksessa voitiin havaita, että keräilyssä oli joka päivä vuorossa eri henkilö: C-Gex-puristimen käyttäjät vaihtuivat toistuvasti. Päivittäin puristinta käytti kaksi henkilöä. Nämä henkilöt olivat joka päivä eri henkilöitä, mikä ei näyttänyt haittaavan työnkiertoa. Myös muut tehtävät normaalin verhoilun ja ruiskutuksen lisäksi näyttivät kiertävän hyvin.

Taulukon 2 analysointi näyttäisi ainakin alustavasti osoittavan myös, että verhoomo muodostaa toiminnan ohjaukselle suuremman ongelman kuin valmistuksen ohjaukselle. Tämä voi aiheuttaa yrityksen kasvulle ja kannattavuudelle merkittävämpää rajoitusta kuin lisäpääoman sitominen yrityksen layoutiin verhoomossa.

Tutkimustulosten perusteella jatkotutkimus on välttämätön verhoonon pullonkaulan selvittämiseksi. Jatkotutkimuksen tulisi olla siten laajempi, että voitaisiin saada käsitystä miten toiminnan ohjaus ja tuotannon ohjaus saataisiin kohtaamaan nykyistä paremmin. Samalla tulisi selvittää, miten järjestelmä saadaan tuottamaan selkokielistä ja virheetöntä informaatiota tuotteiden läpäisyajoista.

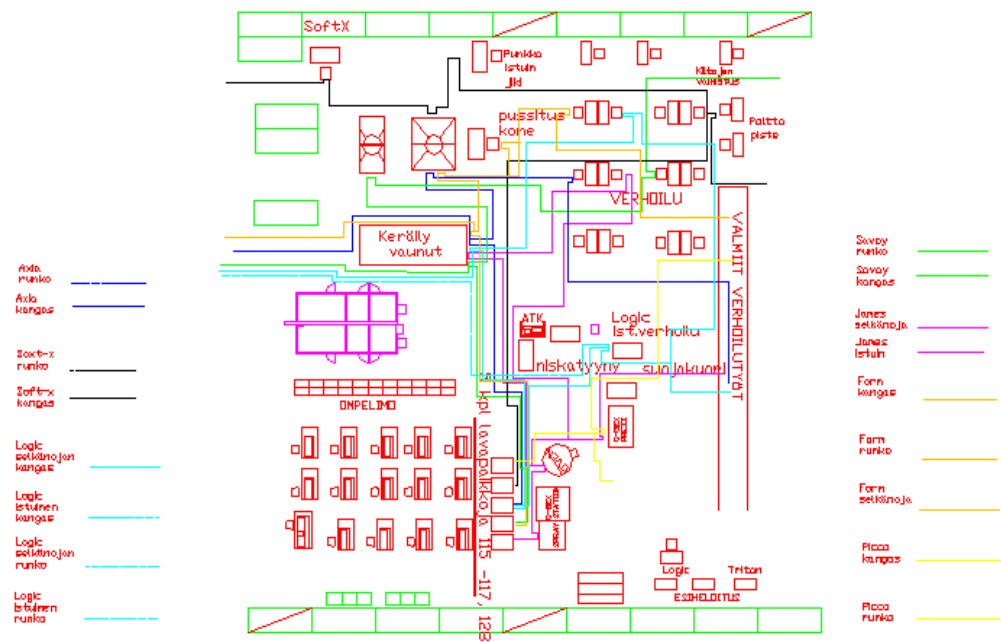
4 LAYOUT-TUTKIMUS

Tässä kappaleessa kerrotaan layout-tutkimuksen teosta sekä saaduista tuloksista. Tehtävänä oli kartoittaa tuotteiden massavirrat, eli miten tuotteet liikkuvat kaluste-tehtaan layoutissa. Verhoiltavat tuotteet kuljetetaan eri työpisteiden välillä siihen suunnitelluissa kapeissa rullakkotelineissä. Tutkimus aloitettiin tulostamalla useita kappaleita verhoomon nykyisiä layoutkuvia A4-paperille. Tämän jälkeen katsottiin, mikä tuote on seuraavana keräilyjonossa olevassa rullakossa. Tämän jälkeen seurattiin kyseisen rullakon liikkumista tehdashallissa ja jäljennettiin kuljettu reitti tulostettuihin layoutkuviin. Muutamissa tapauksissa verhoiltava tuote meni suoraan verhoilupisteelle kulkematta keräilyjonon kautta. Tutkimuksen loppupuolella on tehtaan nykyinen layoutkuva (Kuvio 14.).

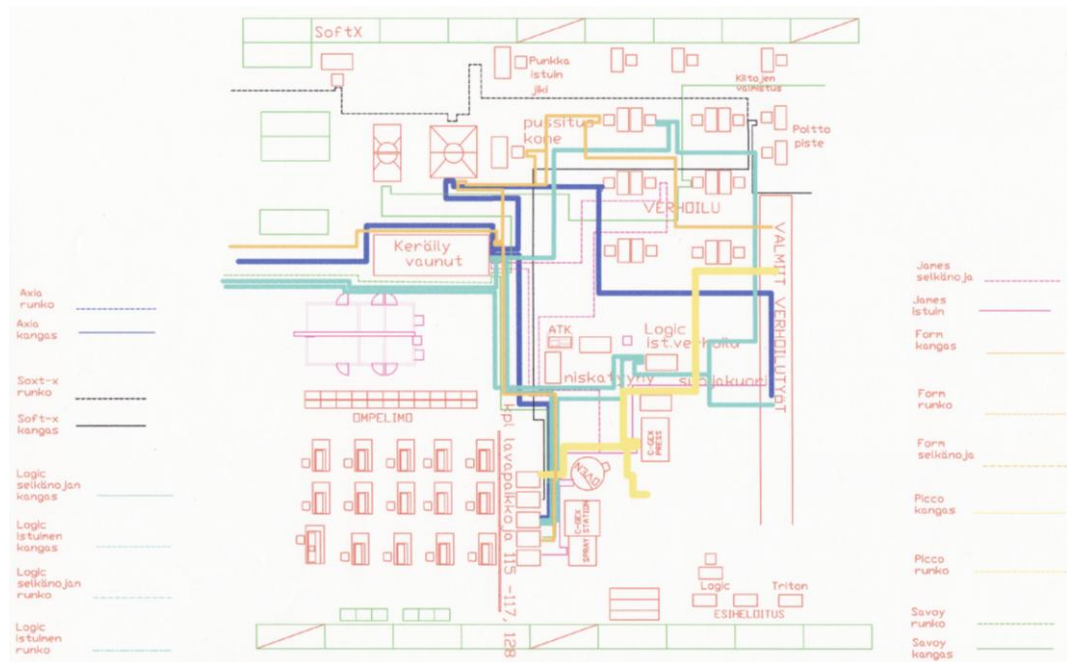
Kuljetut reitit esitellään seuraavalla sivulla (Kuvio 12.). Sen jälkeisellä sivulla on kuva massavirtojen paksuudesta (Kuvio 13.). Massavirta-layoutkuvissa on eritelty seitsemän eri tuotetta eri värein sekä viivanmuodoin tuolinosten ja mallien mukaan. Kuvio 13 on muutoin vastaava kuva kuin kuvio 12, mutta siinä on viivojen erilaisella paksuudella eritelty massavirran paksuutta. Tällä massavirran paksuudella tarkoitetaan tuotevolyymia, joka virtaa kyseisen reitin kohdalla. Kuvioita 12 ja 13 luetaan niin, että verhoiltavien tuotteiden kankaat saapuvat vasemmalla olevasta ompelimosta ja puolivalmisterungot vasemmalla ompelimon yläpuolella olevista varastohyllyistä. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 3.) on eritelty kyseiset tuotteet, joiden perusteella massavirtaviivat on piirretty. Kyseisestä taulukosta ilmenee tuotantokappalemäärät vuonna 2008.

TAULUKKO 3. Kalustetehtaan tuotantomäärät vuonna 2008.

Axia	17 852 kpl
James	4 511 kpl
Savoy	4 014 kpl
Soft-x	3 250 kpl
Picco	22 162 kpl
Form	11 159 kpl
Logic 300/400	15 872 kpl



KUVIO 12. Verhoomon massavirtaviivat.



KUVIO 13. Massavirtojen koot suhteessa toisiinsa.

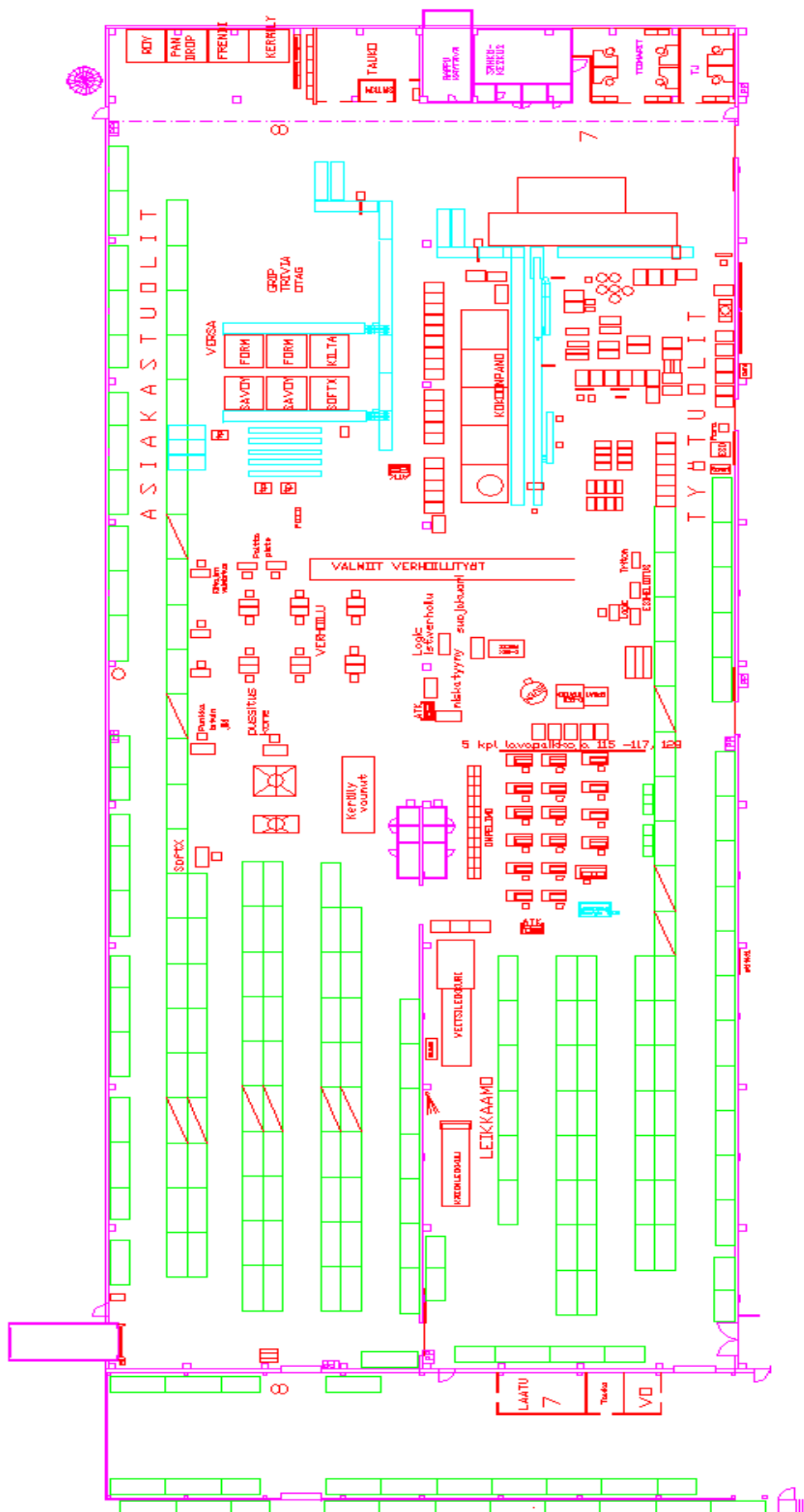
5 KESKENERÄINEN TUOTANTO

Lisäksi tarkoituksena oli kartoittaa välivarastot keskeneräisen tuotannon osalta. Suuret välivarastot pitkittävät läpäisyäikää tarpeettomasti. Tarpeettomia tai merkittäviä välivarastoja ei havaittu, lukuun ottamatta ompelimon ja verhoimon välissä olevaa välivarastoa. Tähän välivarastoon tuodaan ommellut kankaat odottamaan verhoilua. Lisäksi keräilyjonossa verhoiltavat tuolit luonnollisesti joutuvat odottamaan verhoiltavaksi pääsyä. Muut huomautukset, kuten esimerkiksi Logic-istuinten valmistuspisteen tai Soft-x -tuolien loppukuumennuspisteen välivarastot olivat pieniä. Niissä olivat puolivalmisteosat odottamassa työstön alkamista työpisteen läheisyydessä. Kyseisiä pieniä välivarastoja en katsonut aiheelliseksi piirtää näkyviin layoutkuvaan, koska niillä ei ole tuotantoa haittaavaa merkitystä, vaan päinvastoin tuotantoa avustavaa. Lisäksi voidaan todeta, että C-Gex-puristimella eniten verhoiltavien tuolien puolivalmisteiset selkänäjat sekä istuimet on varastoitu puristimen välittömään läheisyyteen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET

Työntekijät ovat hyvin työnsä osaavia, ja vain muutaman kerran tutkimuksen aikana havaittiin kahden eri työntekijän kysyvän neuvoa kokeneemmalta. Verhoomossa työskentely on pitemmällä aikavälillä hyvin raskasta ja kuluttaa paljon käsisivarsien niveliä, etenkin ranteissa. Tällöin työergonomiaan joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota, kuten verhoomossa onkin pyritty tekemään. Kalustetehaan verhoomon työntekijöiden keski-ikä on melko korkea, n. 45 vuotta. Tällöin tulisi erityisesti pitää huolta työntekijöiden jaksamisesta. Lisäksi tulisi miettiä miten saataisiin tulevaisuudessa uusia työntekijöitä alalle ja pystyttäisiin kunnolla hyödyntämään vanhojen työntekijöiden tietotaito.

Urakkapalkkaus, joka on käytössä tehtaalla, on mielestäni pätevin palkkausmuoto verhoomolle. Tällä tavoin pystytään motivoimaan työntekijöitä parempaan työnopeuteen. Toisaalta palkkaus ei ole tällöin yrityksessä ns. omissa käsissä. Näin ollen on hyvin tärkeää, että tiedetään työhön kuluva aika ja hinnoitellaan siitä maksettava palkka oikein. Työntekijöiden työtahti sekä motivaatio ovat avainasemassa, koska verhoilu on tällä konekannalla erittäin käsityövoittoista. Sitä se tulee todennäköisesti vielä pitkälle tulevaisuudessakin olemaan, koska on erittäin hankalaa ja kallista lähteä toteuttamaan toimivia automatisoituja ratkaisuja. Vaikeutena koneelliseen tehostamiseen on myös se, että ei oikein ole olemassa valmiita ratkaisuja verhoomon tarpeisiin. Verhoomossa koneet ovat täten vain avustavia. Tällaisia ovat esimerkiksi hakaspistoolin käyttöä keventävä vetovaijeri ja erilaiset puristinjigit.



KUVIO 14. Tehtaan nykyinen layout.

Tarkasteltaessa nykyistä layoutia (Kuvio 12.) voidaan huomata, että verhoomon layout on ompelimoon ja kokoonpanoon nähden melkein täysin pystysuorassa linjassa massavirran osalta, kun kukin näistä kolmesta alueesta jaetaan kuvitteellisilla pystyviivoilla omaan lohkoonsa. Ompelimo ja kokoonpano ovat massavirraltaan puolestaan lähinnä vaakasuorassa virtauksessa. Tämän takia verhoomon osalta on hyvin hankala järjestää massavirta mahdollisimman suoraviivaiseksi, mikäli tyydytään siirtelemään pelkästään verhoomon työpisteitä.

Työpisteet on ryhmitelty siten, että samantapaiset työvaiheet ovat samassa ryhmässä, samaan tapaan kuin solutuotannossa. Tutkimuksen aikana saatiin kuitenkin vaikutelma siitä, että työpisteet olisi pitkälti sijoitettu myös niin, että työntekijöillä on ns. kiva tehdä töitä. Tällöin massavirran suuntaa ei ole otettu juurikaan huomioon. Tällä ”kiva tehdä töitä” -lausahduksella tarkoitetaan sitä, että työntekijät ovat lähellä toisiaan, jolloin on helppo seurustella työnteon lomassa. Jokainen työntekijä on ottanut itselleen henkilökohtaiseksi yhden verhoilutyöpisteen. Tällöin työtä tehdään vain tässä pisteessä, vaikka muita lähempänä olevia työpisteitä olisi vapaana. Mikäli avustava laite on toisella työpisteellä, niin työntekijä käy vain tekemässä laitetta vaativan työn kyseisellä pisteellä ja palaa sitten takaisin omalle työpisteelleen. Kalustetehtaan johtohenkilöstön mukaan verhoilutyöpisteet eivät olisi kuitenkaan henkilökohtaisia. Tästä asiasta käydään useasti väittelyä verhoilijoiden kanssa. Toistaiseksi verhoilijat ovat saaneet pitää työpisteensä henkilökohtaisina.

Sekava massavirta aiheuttaa turhaa edestakaisin kuljettamista, joka puolestaan on tuottamatonta aikaa. Melkein minkälaiset muutokset tahansa aiheuttavat miltei aina vastaansanomista työntekijöiden taholta. Verhoiltavien puolivalmisteiden osalta massavirta on kuitenkin mielestäni tällä hetkellä liian sotkuinen. Nyt tapahtuu liikaa sivuttaisliikettä sekä jossain määrin myös edestakaista liikettä, kuten massavirtaviivoilla varustetuista kuvista (Kuviot 12 ja 13.) voidaan huomata.

Edestakaiseen liikkeeseen oli usein syynä se, että esimerkiksi pussituskone oli varattu, jolloin työntekijä meni välillä verhoilemaan ja siirtyi pussittamaan tarvittavat osat vasta, kun kone vapautui. Tässä voi käydä myös niin, että työntekijä jää vain odottelemaan pussituskoneen vapautumista jutellen työtoverilleen. Verhoilu-työ viivästyi hieman muutamassa tapauksessa sen vuoksi, että ompelimossa oli tehty jonkinlainen virhe. Sauma oli esimerkiksi ommeltu huonosti tai puuttui yksi kangaskappale.

Nämä ompelimon virheistä aiheutuvat viivästykset olivat kuitenkin lyhyitä, noin yhden-kahden minuutin viivästyksiä kokonaisuudessaan. Tehtyjen havaintojen mukaan työntekijöiden välinen työnkierto on hyvää niskatuen valmistuksen, Logic-istuimen verhoilun ja C-Gex -ruiskutuspuisteen osalta.

Toisaalta tämä tutkimus tehtiin tuotannon hiljaisena ajankohtana, minkä vuoksi se tulisi toistaa silloin, kun verhoomossa on kaikkein kiireisin ajankohta. Tällöin pystyttäisiin vertaamaan jatkuuko toiminta verhoomossa samantasoisena myös hyvin kiireisenä aikana. Vertailtaessa läpäisyajoja saman tuotteen kohdalta huomasi, että työntekijöiden työvauhtien välillä on huomattavia eroja. Luvuissa oli pahimmillaan heittoa kaksinkertaisesti nopeimman ja hitaimman työajan välillä. Tämä sama asia päti myös pelkän liimaus- ja pussitusajan kohdalla.

Opinnäytetyön tekohetkellä eräkoot olivat melko pieniä, yleensä n. 1-20 kpl. Tästä johtui se, että verhoiltavia tuoleja sisältävässä rullakossa oli yleensä kerättynä useita eri tuolimalleja. Isojen eräkokojen tekeminen auttaa työntekijän lihasmuistia siten, että samanlaisen työn tekeminen nopeutuu. Aikaisemmin mainittu verhoiltavien tuolimallien runsas vaihtelu taas on näin ollen työtahtia hidastavaa. Tätä kyseistä asiaa tutkittiin myös kellottamalla yhden työntekijän yhden tuolin verhoiluun kuluva aika 30 tuolin sarjakoolla. Tämän perusteella verhoiltavien tuotteiden keräily tulisi mahdollisuuksien mukaan toteuttaa niin, että rullakossa olisi samantyyppisiä tuotteita useiden erimallisten tuolien sijaan. Lisäksi voidaan mainita, että verhoiltavien tuolien eräkoot vaihtelevat hyvin runsaasti asiakkaan tilauksesta riippuen.

Tarkasteltaessa ”kalenteriaika”-läpäisyajoja ja verrattaessa niitä standardiaikoihin voitiin huomata, että standardiajat kattavat parhaimmillaankin vain noin neljäsosan läpäisyajasta kalenteriaikana. Pääsääntöisesti erot ovat vielä huomattavamat. Tehtaan tuotannonohjauksessa on määritetty, että verhoomon läpäisy aika saisi olla enimmillään kolme päivää. Tulosten perusteella tähän pääsee vain noin puolet tuotteista. Tuoleista Savoy 245 ja 246, Picco 311 ja 312, Logic 2 163 ja 164 sekä Form 281 ja 282 ylittivät tämän kolmen päivän raja-ajan selkeästi eli vähintään yhdellä päivällä.

Ainakin näiden edellä mainittujen tuolien osalta tulisi tehdä jatkotutkimuksia siitä, että miksi juuri näillä kyseisillä tuoleilla on pitkä läpäisy aika. Tämän tutkimuksen puitteissa syy siihen ei suoranaisesti selviä. Itse mitattujen tulosten (Taulukko 1.) otoskoon pienuuden takia niiden keskiarvot eivät ole yhtenevät järjestelmästä otettujen (Taulukko 2.) lukujen kanssa, mutta ne osuvat kuitenkin niiden lukujen sisään joista taulukon 2 keskiarvot ovat laskettu.

Picco-tuolin osalta syynä läpäisyajan pitkittymiseen voisi olla suuri volyymi, jolloin kapasiteetti sen tekemiseen C-Gex-puristimella ja sen manuaalisemmalla vastineella ei riitä. Muiden tuolien osalta ei löytynyt mitään yksiselitteistä syytä siihen, miksi juuri nämä kyseiset mallit saivat pisimmät läpäisyajat tutkimuksessa. Tehtävien kappaleiden määrä ei voi olla syynä pitkään läpäisy aikaan, koska samoissa työpisteissä tehdään huomattavasti suurempiakin eriä kuin mitä Savoy- ja Logic-2 -tuolien vuosittainen kappalemäärä on. Myös Logic-tuoliperheen muut mallit saivat selkeästi lyhyemmän läpäisyajan. Form-tuolissa on puolestaan hyvin yksinkertainen rakenne, eikä sen vuodessa tuotettu määrä ylitä esimerkiksi Axia-tuoleja. Tämän takia ei suuri valmistusmäärä voi olla kyseisen Form-tuolimallin pitkän läpäisyajan syynä.

Aikamittauksissa on käynyt selville, että verhoomon layoutissa on prosessin pullonkaula. Pullonkaula näyttäisi syntyvän solun layoutin ongelmasta: työmenetelmästä, työkuormituksesta ja valmistusmenetelmästä.

7 PARANNUSEHDOTUKSIA

Verhoomon layoutia tulisi tarkastella selvittämällä sen kehittämistä koko tuotantoprosessia paremmin palvelevaksi. Ajattelun lähtökohtana tulisi olla verhoomon käyttöaste. Vaikuttaisi siltä, että verhoomon käyttöastetta ei voida juurikaan nostaa olemassa olevin resurssein. Käyttöasteen nostaminen on siten mahdollista vain investoinnein. Investointien avulla työmenetelmää, työkuormitusta ja valmistusmenetelmää voidaan kehittää ja sovittaa yhteen koko prosessin kannalta joustavaksi.

Innovatiivinen investointi on sekä materiaalista että menetelmällistä. Kuormitus on kapasiteettikysymys. Etenkin jälkimmäinen näistä voi olla kustannuskysymys, joka saattaa asettaa rajoitteita.

Yrityksen toiminta-ajatukseen nähden verhoomon nykyinen ongelma vaikuttaisi kilpistyvän ensisijaisesti kuormitusongelmaan, mutta myös työmenetelmään ja valmistusmenetelmään. Kuormitusongelma näyttäisi lisäksi merkittävimmin synnyttävän käyttöasteongelman. Olemassa olevaa kapasiteettia ei voida hyödyntää kustannustehokkaasti. Samaa ongelmaa aiheuttavat pienemmässä määrin myös valmistusmenetelmä ja työmenetelmä.

Läpäisyaikaongelmaa ei voitane ratkaista ilman verhoomon kapasiteetin lisäystä ja onnistunutta layoutia verhoomon kohdalla. Mielestäni yrityksen kannattaisi miettiä, suunnitella sekä analysoida kustannustehokas ja yrityksen toiminta-ajatusta palveleva lisäinvestointi ongelmaksi osoittautuneeseen verhoomoon.

Esittämässäni ajatuksessa täytyy tietenkin pitää jalat maassa, jos kapasiteetin lisäämiseen päädytään. Ajatuksen toteuttaminen ei väärin mitoitettuna ja toteutettuna ole itsetarkoitus. Verhoomo nykyisenä pullonkaulana tulee pysymään ilman kapasiteetin lisäystä. Kapasiteetin lisäys ei mielestäni tule palvelemaan yritystä toivotulla tavalla kustannustehokkaasti ellei kapasiteetin lisäyksellä luoda riittävää joustoa. Riittävällä joustolla tarkoitan tässä yhteydessä oikein mitoitettua lisäinvestointia ja onnistuneesti luotua verhoomon layoutia.

Lisäksi tutkimuksen aikana kartoitettiin ero C-Gex -puristimen ja tavallisen polkimilla puristin- sekä narujenkiristinsylintereitä säätävän työpisteen välillä (Kuvio 9.). Molemmilla työpisteillä toimi mittausten aikana kaksi eri työntekijää. Verhoil-tavana tuotteena oli kaikissa mittauksissa sama Picco-tuolin istuin sekä sama kangas. Tulokset ovat seuraavalla sivulla olevassa taulukossa (Taulukko 4.), jossa arvot ovat muotoa hh:min:sek.

Saatujen tuloksien perusteella voidaan päätellä, että C-Gex -puristimella samasta työstä suoriudutaan n. 50 sekuntia nopeammin per kappale. Koska Picco-tuoli on yksi menevämpiä tuotteita ja puristimella tehdään sen lisäksi muitakin tuolin osia, olisi hyvä tehdä kannattavuuslaskelma toisen vastaavanlaisen puristimen hankinnasta.

Kyseisen taulukon aikojen mittausten aikana oli juuri niin suuri tilaus, ettei edellä mainitulla C-Gex -puristimella saatu sitä tarpeeksi nopeasti tehtyä. Tämä aiheutti sen, että verhoomossa jouduttiin samaan aikaan tekemään töitä myös manuaalisemmalla laitteella. Työajan piteneminen riippuu siitä, kuinka paljon jo olemassa olevan C-Gex -puristimen kapasiteetti ylittyy vuodessa, jolloin työtä joudutaan jakamaan tavalliselle manuaalisemmalle työpisteelle. Lisäksi voitaisiin harkita, olisiko mahdollista tehdä myös Logic-tuolien istuimia kyseisellä puristimella. Tällä hetkellä istuimet tehdään erillisessä työpisteessä kuvion 10 näköisellä apulaitteella.

TAULUKKO 4. Picco-tuolin verhoilu-aikavertailu.

Picco istuin					
Erä koko kpl	C-Gex- puristin			läpimenoaika per kappale	Keskiarvo
27	13:04:00	14:18:00	00:54:00	00:02:00	00:01:50
24	07:36:00	08:58:00	00:40:00	00:01:40	
Eräkoko kpl	Tavallinen työtapa				
21	13:04:00	14:16:00	00:58:00	00:02:46	00:02:37
27	07:38:00	08:58:00	01:07:00	00:02:29	

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 5.) on lueteltu tutkimuksen aikana havaittuja toimia, jotka hidastivat työntekoa, sekä muita mahdollisia viivytyksiä tilauksen valmistumiselle.

TAULUKKO 5. Havaitut työntekoa hidastavat toimet.

Kännykkään puhuminen taukojen ulkopuolella, jolloin työnteko yleensä keskeytyi tai ainakin hidastui olennaisesti.
Työtoverin kanssa juttelemaan jääminen, jolloin työnteko joko lakkasi kokonaan tai ainakin hidastui.
Siirrytään tekemään työtä työpisteelle, jossa on puristinjigi tuotteen selkänojalle ja sen jälkeen siirrytään takaisin ns. omalle työpisteelle jatkamaan istuinten verhoilua.
Taukojen pitkittyminen, havaintojen mukaan noin 2-5 minuutilla per tauko.
Jokaista kuukausipalaveria yms. seurasi vielä noin 10 min mittainen yleinen keskustelu verhoomossa.
Joissakin tuotteissa, esimerkiksi James, istuinta ja selkänojaa valmistettiin eri työpisteissä samanaikaisesti. Havaittiin, että istuimia ei vielä ollut ehditty saamaan valmiiksi, kun kaikki selkänojat oli jo tehty.
Työntekijöiden työtahdissa on isoja vaihtelevuuksia jokaisella verhoilun osalla, kuten pussituksessa, liimauksessa ja verhoilussa.

Työntekijöiden taukoaikoihin tulisi kiinnittää huomiota, koska niillä on taipumusta venyä. Tässä tapauksessa, kun taukoja on tunnin välein, niin virallisesta 55 min / 8 h elpymisajasta tulee huomattavasti pitempi. Suurin ongelma minkä havaitsin, oli monen työntekijöiden työnopeus sekä ylipäättänsä motivaatio työntekoon. Tällöin työtä tehtiin ns. omaan rauhalliseen tahtiin. Pussitusvaiheen osalta voisi tutkia olisiko saatavilla jonkinlaista konetta, joka nopeuttaisi pussitustyövaihetta ja myös poistaisi nykyisellään syntyvää muovijätteen määrää.

Usein käytetty tapa läpäisyajan lyhentämiseen on aseteaikojen pienentäminen ja koneen työskentelyn tehostaminen. Verhoomon tapauksessa nämä eivät tule kysymykseen, koska työnteko on niin pitkälle käsityötä, ettei varsinaisia koneita ole muita kuin C-Gex- kuivainkaruselli sekä C-Gex- puristin. Näistä edellä mainituista koneista kuivausaikaa ei voida lyhentää, koska se on sidoksissa liiman kuivumisaikaan.

Puristimen asetteen tekeminen tapahtuu pyörittämällä isoa ruuvia käsin ja mittamalla tämän ruuvin kärjen etäisyys ruuvin päällä olevan putken reunasta rullamitalla. Edellä mainitun voisi korvata paineanturijärjestelmällä, jolloin kone saa tiedon milloin kappaletta painetaan riittävän suurella voimalla vasten lasimurskaustyynyä. Tällöin asetteen tekemiseen kuluva aika vähenisi huomattavasti.

Tämän puristavan varren kärkeen voisi tehdä myös kiskot, joiden varaan kärjen ja verhoiltavan kappaleen väliin tuleva puinen jigi asetettaisiin. Tällä hetkellä tämä puinen jigi lepää verhoiltavan kappaleen päällä ja se joudutaan ottamaan aina pois, kun kappaletta vaihdetaan ja laittamaan taas uudestaan. Jigin malli myös vaihtuu riippuen verhoiltavasta kappaleesta. Tosin tämä kyseinen edellä oleva parannusehdotus vaatisi hyvin tarkat laskelmat kyseisen hankinnan kannattavuudesta. Hankinta kyllä nopeuttaisi asetteentekoon kuluvaa aikaa, mutta hankintahinta saat-
taa ylittää saatavat hyödyt.

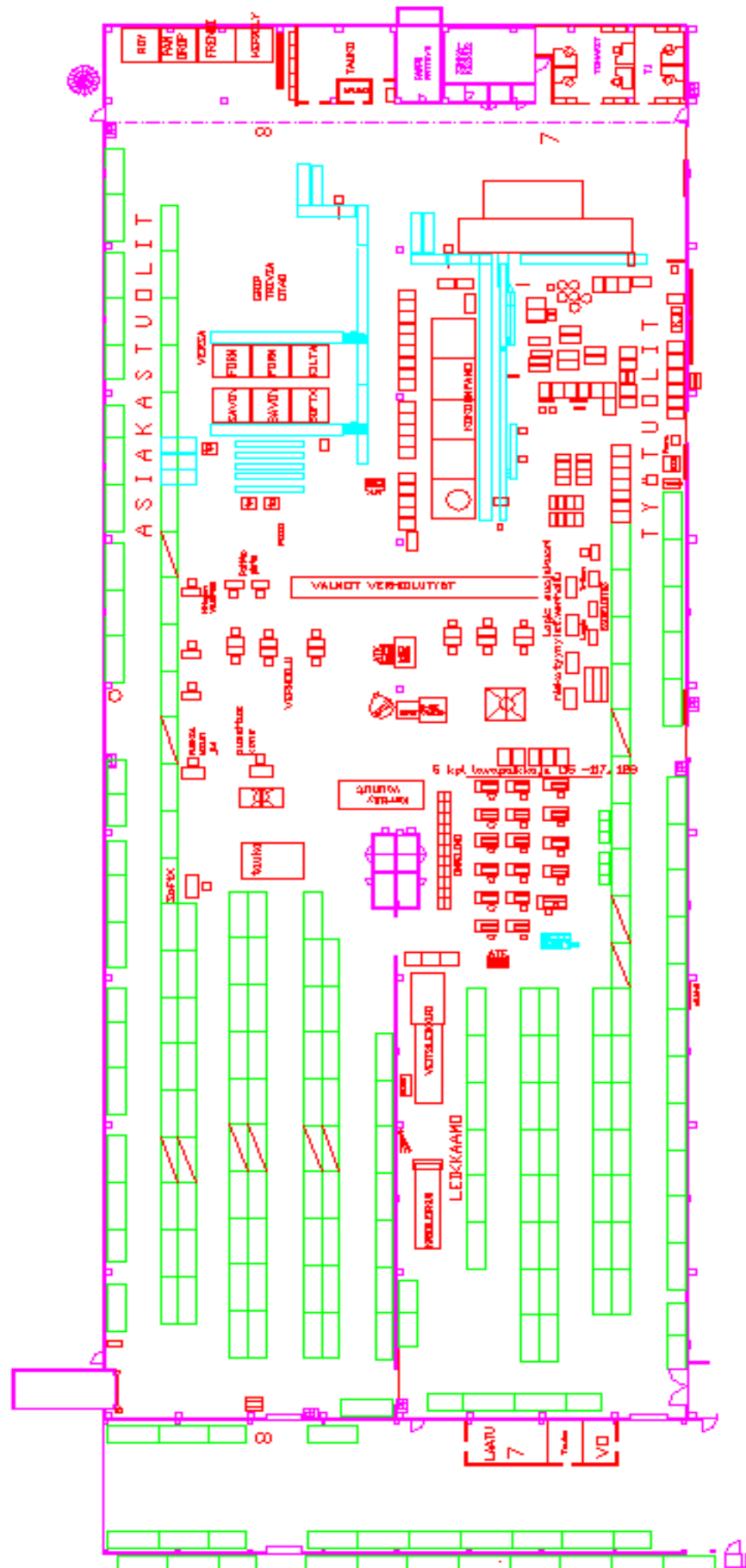
Suosittelisin myös, että yrityksessä otettaisiin käyttöön jokin tuotannon ja laadun kehittämistyökaluista, kuten esimerkiksi Six Sigma ja Lean Management. Oikein toteutettuna ne parantavat merkittävästi yrityksen tuotantoa niin määrällisesti kuin laadullisestikin. Tosin nämä työkalut eivät ole mitään pikaratkaisuja tuotannon ongelmiin, vaan ne vaativat panostusta myös yrityksen puolelta ja sen, että niitä lähdetään toteuttamaan oikeaoppisesti ja sitoudutaan niihin. Monet niin kotimaiset kuin ulkomaiset suuryritykset käyttävät jo edellämainittuja tai vastaavia työkaluja. Esimerkiksi (Sahiluoma 2005) Kauppalehden artikkelissa kerrotaan, kuinka Carterpillar otti käyttöönsä Six Sigman ja tällä tavoin kaksinkertaisti tuloksensa kuudessa vuodessa.

Puolivalmisteiden suoraviivaisempaan massavirtaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota niin, että layoutia virtaviivaistettaisiin mahdollisuuksien mukaan. Virtaviivaistamisen laajuus riippuu käytettävissä olevista resursseista sekä ajasta. Seuraavissa layoutkuvissa (Kuviot 15 – 18.) on esitelty parannusehdotukset verhoon massavirran parantamiseksi suoraviivaisemmaksi.

7.1 Layoutin parannusehdotus 1.

Ensimmäisessä layoutkuvassa (Kuvio 15.) on helpompi ja nopeampi versio parannuksen toteuttamiseksi. Kuvassa on heti ompelimon jälkeen varastohyllyt, joihin laitetaan ommellut kankaat. Hyllyjen vieressä oleva liimauspiste ja sen oikealla puolella olevat verhoilupisteet syöttävät verhoiltuja tuotteita työtuolien kokoonpanolinjalle. Edellä mainittujen verhoilupisteiden alapuolella on työtuolien erikoisosien kokoonpano. Työtuoleja syöttävistä verhoilupisteistä suoraan toisella puolella verhoomoa on toinen liimauspiste ja verhoilupisteiden ryhmä, jonka tehtävänä on puolestaan syöttää asiakastuolien kokoonpanolinjaa. Näiden kahden ryhmän väliin jäävät C-Gex -puristin sekä C-Gex -ruiskutuspuiste ja karusellikuivain, joista verhoiltavat tuotteet viedään lähimmälle verhoilupisteelle, joka syöttää kyseisen tuolimallin kokoonpanolinjaa.

Tämä on toisaalta vain pieni apu virtauksen saamiseksi suoraviivaisemmaksi, koska virtauksessa tapahtuu vieläkin liikaa sivuttaisliikettä. Lisäksi tämä parannusehdotus vaatisi työntekijöiden menemistä aina sen mukaisille verhoilupisteille, mikä tuote heillä on kulloinkin työn alla. Tästä seuraisi se, että työntekijät eivät voisi tehdä töitä ainoastaan yhdellä henkilökohtaiseksi ottamallaan työpisteellä.



Kuvio 15. Layoutin parannusehdotus 1.

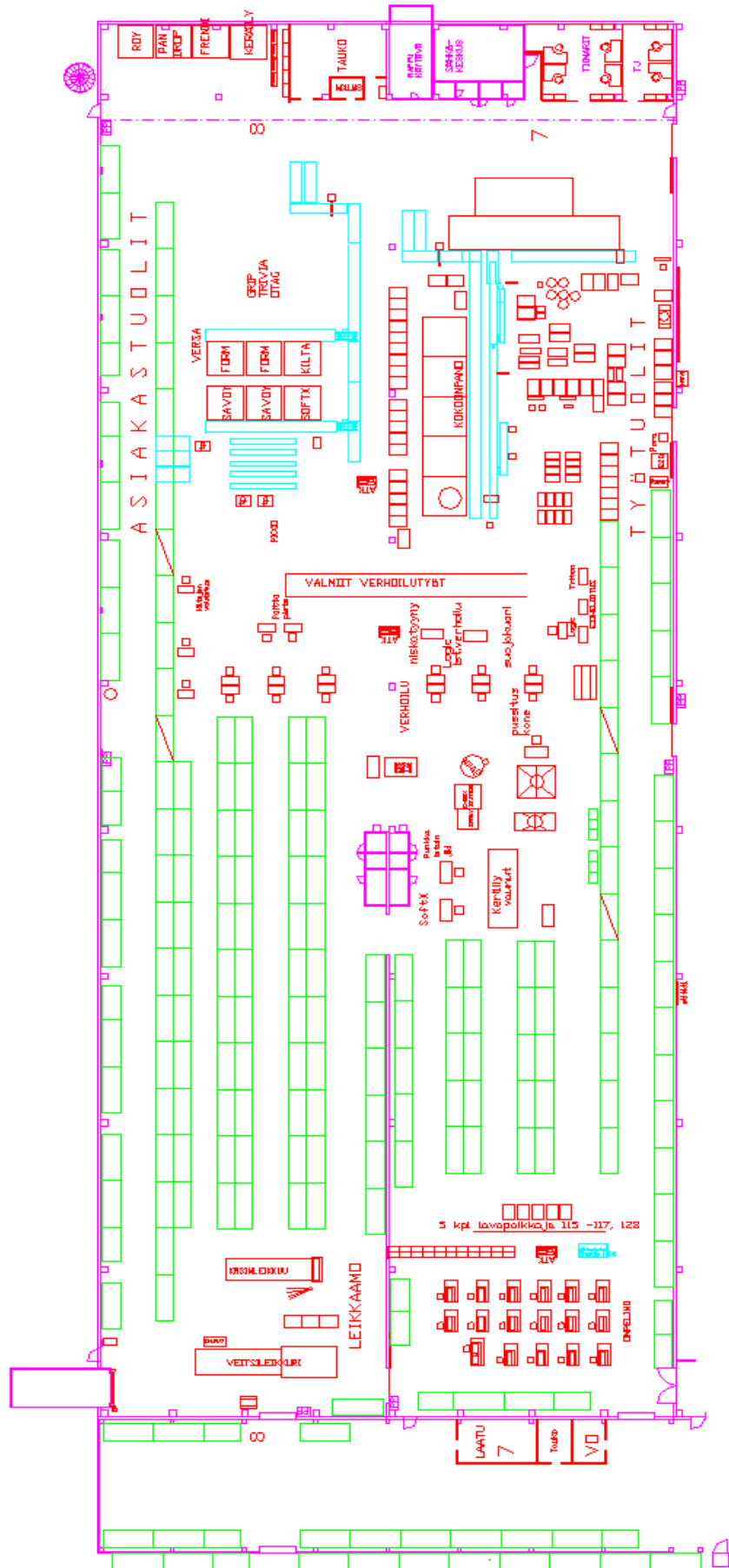
7.2 Layoutin parannusehdotus 2.

Seuraavassa parannusehdotuksessa (Kuvio 16.) on layout suunniteltu siten, että massavirta olisi mahdollisimman suoraviivainen. Atk-pisteen alla olevat kuusi verhoilupistettä syöttäisivät työtuolien kokoonpanoa ja atk-pisteen yläpuolella olevat verhoilutyöpisteet asiakastuolien kokoonpanoa. Ompelimosta tulleet kankaat varastoidaan ompelimon oikealla puolella olevaan hyllyyn. Liimauspisteet sijaitsevat oikealla heti edellä mainitun hyllyn jälkeen. Tällöin massavirta olisi myös muidenkin työvaiheiden osalta hyvin suoraviivaista, koska liimauspisteet sekä C-Gex-puristin on sijoitettu heti ompelimon jälkeen. Lisäksi tuolien erikoisosien kokoaminen on vasta verhoilupisteiden jälkeen, jolloin ne voidaan suoraan asentaa verhoiltuihin tuoleihin. Ainoastaan runkojen osat jouduttaisiin vielä keräämään saniteettitilojen ja keräilyvaunujen kohdan yläpuolella olevista varastohyllyistä.

KUVIO 16. Layoutin parannusehdotus 2.

7.3 Layoutin parannusehdotus 3.

Kolmannessa parannusehdotuksessa (Kuvio 17.) on melkein vastaava ajatus kuin edellisessä parannusehdotuksessa. Parannusehdotus 3:ssa ompelimo ja leikkaamo on asetettu siten, että ompelimon ja verhoomon väliin jää varastohyllytilaa sen verran, että tarvittavat runkojen osat voidaan kerätä näistä. Tällä saadaan vielä entistä suoraviivaisempi massavirta. Tosin haittapuolena tässä ehdotuksessa on suuri työpisteiden muuttelumäärä, joka vie aikaa ja resursseja. Leikattavat kankaat olisi varastoitu leikkaamon vieressä oleviin varastohyllyihin.

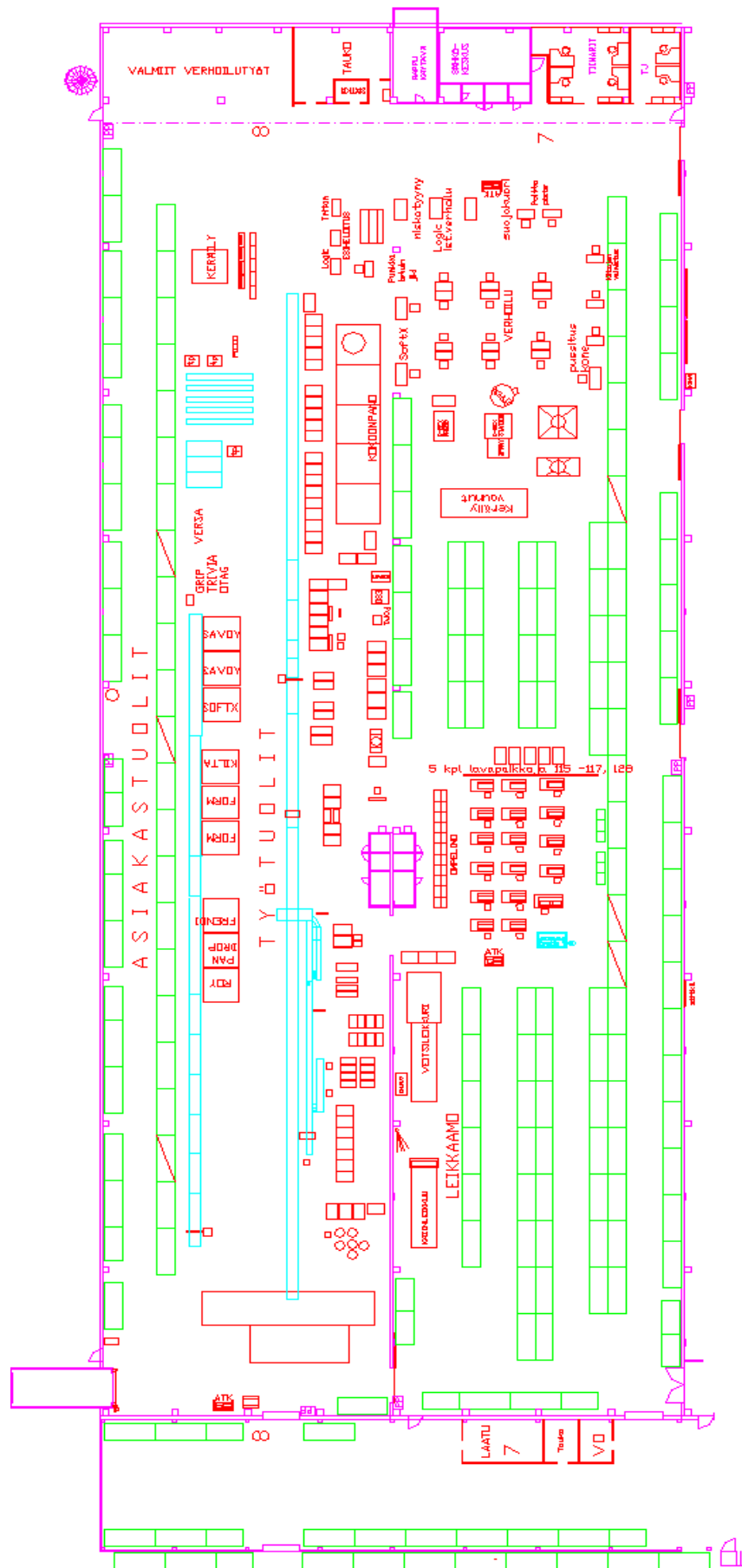


KUVIO 17. Layoutin parannusehdotus 3.

7.4 Layoutin parannusehdotus 4.

Viimeisessä eli neljännessä parannusehdotuksessa (Kuvio 18.) on muutettu työpisteiden paikkoja suuresti koko tehdashallissa. Tällä tavoin on saatu aikaan U:n mallinen massavirtaus, jolloin tuotteet lähtevät ompelimosta ja etenevät suoraviivaisesti verhoomon läpi. Tämän jälkeen ne palaavat samansuuntaisesti tehdashallin toista puolta kokoonpanolinjojen läpi. Tässä ehdotuksessa verhoilutyöpisteet voitaisiin myös pitää yksilöllisinä.

Ongelmana on, saadaanko kokoonpanolinjat mahdutettua layoutissa niille varattuun tilaan. Kyseisen ehdotuksen toteutus vie myös huomattavan paljon aikaa sekä resursseja. Tämä U -malli voidaan toteuttaa myös siten, että tuotannon alkua eli ompelimon paikkaa siirretään johonkin hallin kulmaan. Tästä kulmasta lähdetään sitten etenemään tehden työvaiheiden järjestyksestä vastaavanlainen U:n mallinen, kuin mikä parannusehdotuksessa oli.



KUVIO 18. Layoutin parannusehdotus 4.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli analysoida kalustetehtaan verhoomon läpäisyajoja ns. kalenteriajalta sekä määrittää massavirrat ja mallintaa ne layoutiin. Tutkimukseen ryhdyttiin siksi, että yrityksessä oli havaittu verhoomon muodostavan pullonkaulan ompelimon ja kokoonpanon välille. Saadut tulokset osoittivat isoja eroavaisuuksia eri tuotteiden läpäisyajoissa. Lisäksi tehtaan nykyiseen layoutiin piirrettiin massavirtaviivat seitsemän eri tuotteen osalta havainnoimaan yleistä kulkua tehdashallissa. Tämän massavirran selkeyttämiseksi ja suoraviivaistamiseksi laadittiin parannusehdotuksina eri vaihtoehtoja.

Tutkimusta voidaan pitää onnistuneena niiltä osin, että yritys sai käyttöönsä layoutkuvat, joissa on piirretty massavirrat sekä uusia näkemyksiä layout-toteutukseen ja muuhun tuotantoon. Tutkimuksessa esitellyt läpäisyajatulokset ovat vain suuntaa-antavia ja niiden lisäksi tarvitaan jatkotutkimuksia, jotta saataisiin selville perimmäiset syyt siihen, mistä verhoomon pullonkaula lopulta johtuu.

Tutkimuksen aikataulu venyi oman väärinkäsitykseni vuoksi kalenteriajan määrittämisvälistä. Voidaan todeta, että huomattavasti parempaan lopputulokseen olisi päästy, jos taustallani olisi ollut kunnollinen koulutus tämänlaiseen tutkimukseen. Johtuen paljolti tämän tyyppisen tutkimuksen teon kokemuksen vähyydestä, jäi läpäisyajojen kartoitus kaiken kaikkiaan epätarkaksi sen suhteen, jotta niiden perusteella voitaisiin suoraan lähteä tekemään muutoksia. Kuitenkin opinnäytetyö antaa näkemystä siihen, miten kannattaisi lähteä tekemään jatkotutkimusta. Opinnäytetyön teosta oli itselleni hyötyä siten, että sain lisätietoa tuotannonohjauksesta sekä näin käytännön yritysmaailmaa. Lisäksi huomasin sen, että tuotannonparantaminen on hyvin pitkä prosessi ja ettei siihen oikeastaan ole mitään pikaratkaisuja.

LÄHTEET

Markkanen I. 2007. Tehdassuunnittelun kurssimateriaali. Puu04. 2007.

Martela A. 2009. [verkkojulkaisu] Martela Oy [viitattu 20.03.2009]. Saatavissa: <http://www.martela.fi/Suomeksi>.

Martela B. 2009 [viitattu 21.03.2009]. Saatavissa: Martela Oy yrityksen sisäinen tietojärjestelmä.

Perkiömäki P. 2007. Tuotannonohjauksen kurssimateriaali. Pum/pur03. 2007.

Sahiluoma V. 2005. Laatu palkitsee monipuolisesti. Kauppalehti 16.2.2005.

Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. 2007. Operations management fifth edition. Pearson education limited.

Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2003. Teollisuustalous. Neljäs painos. Tammer-Paino: Tampere.